

ESCUELA UNIVERSITARIA DE ARQUITECTURA TÉCNICA DE A CORUÑA
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGÍA Y CIENCIA DE LA REPRESENTACIÓN GRÁFICA

TRABAJO FIN DE GRADO

REHABILITACIÓN DE CASA RECTORAL PARA VIVIENDA UNIFAMILIAR



A CORUÑA, JUNIO 2016

AUTOR: ANDREA VÁZQUEZ OTERO
TUTOR: JOSE LUIS RODILLA LÓPEZ

RESUMEN

El presente proyecto contempla la Rehabilitación de una casa rectoral del año 1922 situada en el Lugar de O Priorato, San Salvador de Asma, Chantada (Lugo), destinada a vivienda unifamiliar, atendiendo las necesidades de confort y conservación del inmueble, respetando su condición de vivienda tradicional gallega.

Se trata de un Proyecto Básico y de Ejecución para la mencionada Rehabilitación, incorporando lo necesario para satisfacer las exigencias derivadas del CTE y otras normativas de aplicación. Se estructura, siguiendo lo establecido en el Anejo I de la Parte 1 del CTE, de la siguiente forma:

I MEMORIA

- 1.1 Memoria descriptiva
- 1.2 Memoria constructiva
- 1.3 Cumplimiento del CTE
- 1.4 Anejos a la memoria

II PLANOS

III PLIEGO DE CONDICIONES

IV-V MEDICIONES Y PRESUPUESTO

ABSTRACT

This project is based on the Refurbishment of a rectory built in 1922, place in Lugar de O Priorato, San Salvador de Asma, Chantada (Lugo), for a single-family home, meeting the needs of comfort and maintenance for the property, respecting the traditional condition of the house.

This is a baseline desing and of execution for the abovementioned refurbishment, including the necessary to meet the demands according to the regulations as the CTE and others. It is structured following the established in the annex 1 for the first part of the CTE, as follows:

I MEMORY

- 1.1 Descriptive memory
- 1.2 Constructive memory
- 1.3 Fulfillment of the CTE
- 1.4 Annexes

II PLANES

III SPECIFICATIONS

IV-V MEASUREMENTS AND BUDGET

ESCUELA UNIVERSITARIA DE ARQUITECTURA TÉCNICA DE A CORUÑA

DEPARTAMENTO DE TECNOLOGÍA Y CIENCIA DE LA REPRESENTACIÓN GRÁFICA

TRABAJO FIN DE GRADO

REHABILITACIÓN DE CASA RECTORAL PARA VIVIENDA UNIFAMILIAR

TOMO I: MEMORIA



A CORUÑA, JUNIO 2016

AUTOR: ANDREA VÁZQUEZ OTERO
TUTOR: JOSE LUIS RODILLA LÓPEZ

ÍNDICE

Memoria descriptiva	4
Estado actual	4
Objeto del proyecto	4
Información general	4
Normativa urbanística	4
Descripción general del edificio	4
Estado de conservación	24
Estudio patológico	25
Estado reformado	49
Programa de necesidades	49
Descripción del proyecto	50
Cuadro de superficies	51
Memoria constructiva	52
Estado reformado	52
Sustentación del edificio	52
Sistema estructural	52
Suelos en contacto con el terreno	54
Fachadas	54
Cubierta	55
Tabiquería	56
Sistemas de acabados	56
Instalaciones y sistemas de acondicionamiento	59
Equipamiento	67
Urbanización	67
Cumplimiento CTE y otros reglamentos	68
Cumplimiento CTE	68
Otros reglamentos	69
Anejos	70
Anejo 1. Seguridad estructural (DB SE)	70
SE 1. Resistencia y estabilidad	70
SE 2. Aptitud al servicio	70
SE AE. Acciones en la edificación	73
SE A. Acero	77

SE M. Madera	79
Anejo 2. Seguridad en caso de incendios (BD SI)	119
SI 1. Propagación interior	119
SI 3. Evacuación de ocupantes	121
SI 4. Instalaciones de protección contra incendios	123
SI 5. Intervención de bomberos	124
SI 6. Resistencia al fuego de la estructura	124
Anejo 3. Seguridad de utilización y accesibilidad (BD SUA)	125
SUA 1. Seguridad frente al riesgo de caídas	125
SUA 2. Seguridad frente al riesgo de impacto o atrapamiento	128
SUA 3. Seguridad frente al riesgo de aprisionamiento	128
SUA 9. Accesibilidad	128
Anejo 4. Salubridad (BD HS)	129
HS 1. Protección contra la humedad	129
HS 2. Recogida y evacuación de residuos	144
HS 3. Calidad de aire interior	145
HS 4. Suministro de agua	148
HS 5. Evacuación de aguas	151
Anejo 5. Ahorro de energía (BD HE)	154
HE 0. Limitación del consumo energético	154
HE 1. Limitación de la demanda energética	159
HE 2. Rendimiento de las instalaciones térmicas	165
HE 4. Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria	166
Anejo 6. Protección frente al ruido (BD HR)	176
Anejo 7. Infraestructuras de telecomunicaciones (ITC)	178
Anejo 8. Reglamento de instalaciones térmicas de los edificios (RITE)	184
Anejo 9. Reglamento electrotécnico de baja tensión (REBT)	196
Anejo 10. Normas de habitabilidad de Galicia	200
Anejo 11. Plan de control de calidad	201
Introducción	201
Control de recepción en obra: Prescripciones sobre los materiales	202
Control de calidad en la ejecución: Prescripciones sobre la ejecución por unidad de obra	202
Control de recepción de obra terminada: Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado	228

Valoración económica	228
Anejo 12. Estudio de gestión de residuos de construcción y demolición	229
Contenido del documento	229
Agentes intervinientes	229
Normativa y legislación aplicable.....	234
Identificación de los residuos de construcción y demolición generados en la obra, codificados según la orden MAM/304/2002	237
Estimación de la cantidad de los residuos de construcción y demolición que se generan en la obra.....	238
Medidas para la planificación y optimización de la gestión de los residuos resultantes de la construcción y demolición de la obra objeto del proyecto	240
Operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos de construcción y demolición que se generen en la obra	241
Medidas para la separación de los residuos de construcción y demolición en obra.....	243
Prescripciones en relación con el almacenamiento, manejo, separación y otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición	244
Determinación del importe de la fianza.....	246
Bibliografía	247

MEMORIA DESCRIPTIVA

ESTADO ACTUAL

OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del presente proyecto es la “Rehabilitación de la casa rectoral para vivienda unifamiliar” situada en el lugar de O Priorato, parroquia San Salvador de Asma, perteneciente al ayuntamiento de Chantada, provincia de Lugo.

En el proyecto presente se hará la reparación o sustitución de todos aquellos elementos constructivos que se encuentren deteriorados para dotarla de unas buenas condiciones de seguridad (en caso de incendio, estructural y de uso), habitabilidad (salubridad y protección frente al ruido) y conservación del inmueble respetando, en todo lo que se pueda, sus características de vivienda tradicional, mediante el empleo de materiales y técnicas constructivas acordes a este tipo de edificación. Todo ello, enmarcado en la vigente normativa de obligado cumplimiento que sobre ella verse.

INFORMACIÓN GENERAL

La casa está situada en el lugar de O Priorato en la parroquia de San Salvador de Asma, en el ayuntamiento de Chantada, con código postal 27519, perteneciente a la provincia de Lugo.

La parcela en la que se halla la construcción tiene una superficie de 521 m² destinados a uso residencial, la construcción, situada al noroeste de la parcela, dispone de una superficie de 325m², constituida por los tres elementos siguientes: almacén en el semisótano y dos plantas de vivienda.

NORMATIVA URBANÍSTICA

En este ayuntamiento el plan vigente es el P.X.O.U. 29/07/1985.

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EDIFICIO

I. DESCRIPCIÓN POR PLANTA

La vivienda tiene una planta rectangular achaflanada de aproximadamente 14x10 m, el terreno sobre el que está situada tiene una considerable pendiente descendente de la fachada de entrada a la planta primera (este) hacia la entrada del semisótano (fachada este), y de la fachada norte a la fachada sur.

Se trata de una vivienda típica de la época, que como se puede apreciar, estaba constituida por semisótano y primera planta, y a posteriori se le añadió una planta más.

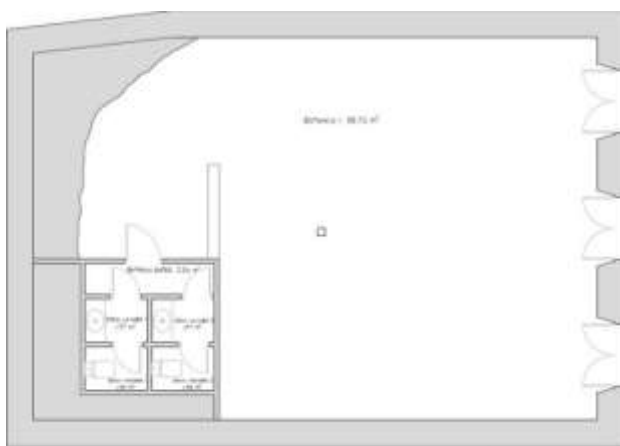
El sistema estructural está formado a base de muros de mampostería, combinado con un forjado de vigas de madera y una cubierta de teja árabe.

La vivienda consta de tres plantas:

- Planta semisótano

El acceso a esta planta se sitúa en la fachada este, consta de 3 puertas, siendo la principal la situada más hacia el norte.

Como se puede observar en el croquis la planta está prácticamente vacía, excepto por una zona de aseos. La piedra del terreno se aprovechó hacia el interior de la vivienda como se ve sombreado en la planta y veremos también en el anexo fotográfico.



Cuadro de superficies

Estancia 1	85,72 m ²
Entrada baños	2,04 m ²
Zona lavabo 1	1,37 m ²
Zona inodoro 1	1,38 m ²
Zona lavabo 2	1,37 m ²
Zona inodoro 2	1,38 m ²
Superficie útil total	93,26 m²
Sup. construída total	96,70 m²

- Primera planta

El acceso a la primera planta está en la fachada principal, situada al oeste. Desde la puerta de entrada se accede a un gran pasillo desde el que podemos entrar a toda las estancias.

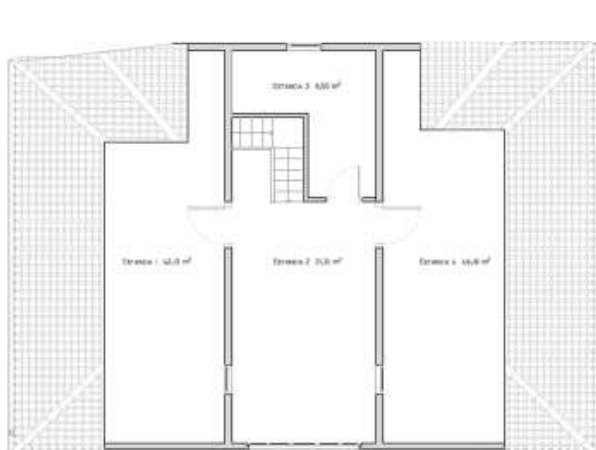


Cuadro de superficies

Cocina	10,92 m ²
Pasillo	13,65 m ²
Estancia 1	19,26 m ²
Estancia 2	6,97 m ²
Estancia 3	15,01 m ²
Estancia 4	10,51 m ²
Estancia 5	10,14 m ²
Estancia 6	6,19 m ²
Baño	4,71 m ²
Estancia 7	2,23 m ²
Estancia 8	5,36 m ²
Superficie útil total	104,96 m²
Sup. construída total	113,46 m²

- Planta bajo cubierta

Se trata de una planta bajo cubierta a la que por motivos de seguridad no se puede andar sobre ella para poder hacer las correctas mediciones, por tanto, como nos tuvimos que quedar en la escalera, sólo se pudo hacer medición de la propia escalera y lo que está en la línea que acaba, por ello el resto la consideramos vacía y tomamos de referencia las medidas exteriores, por lo tanto no se incorpora el cuaderno de campo de esta planta. Esta planta podemos observar que no tiene muros de piedra igual que las otras dos, ya que fue un añadido a la vivienda inicial, por ello tenemos cerramientos de doble hoja de fábrica de ladrillo.



Cuadro de superficies

Estancia 1	42,13 m ²
Estancia 2	21,31 m ²
Estancia 3	8,50 m ²
Estancia 4	46,18 m ²
Superficie útil total	118,12 m²
Sup. construída total	120,9 m²

2. CIMENTACIÓN

Debido a que no podemos realizar catas para saber ciertamente cómo es la cimentación de esta vivienda, presuponemos que se trata de una prolongación de los muros de mampostería de aproximadamente 80 a 100 cm, ya que es lo más habitual en estos casos.

3. ESTRUCTURA

ELEMENTOS VERTICALES

Los muros de mampostería que soportan la estructura, coinciden con las fachadas y se prolongan desde la cimentación hasta el forjado de suelo de la planta bajo cubierta, sosteniendo así tanto el forjado de la planta semisótano como el de la primera planta. Uno de estos muros, es de contención debido a que soporta cargas horizontales del terreno en la parte que corresponde al semisótano.

En la planta bajo cubierta tenemos muros de cerramiento portantes, y que fueron añadidos posteriormente a la vivienda inicial.

En la planta semisótano tenemos un perfil cuadrado metálico a modo de pilar, puesto a posteriori.

ELEMENTOS HORIZONTALES

Los forjados de la casa son en su totalidad de madera, compuestos por: vigas de rollizo de madera de castaño de escuadría aproximada de 24x24 cm, que apoyan en los muros de carga de mampostería, sobre las vigas se disponen en superposición unas correas de la misma madera que las vigas, con escuadría aproximada de 12x7,5, con intereje de 40 cm, y sobre éstas un entablado con una escuadría de 6x2 cm, dispuestas perpendicularmente a las correas.

4. CUBIERTA

La cubierta está compuesta por 10 faldones, cada uno con una pendiente diferente pero simétrica con respecto a la cumbrera que se sitúa en el centro de la casa perpendicular a su lado más largo. Las pendientes rondan todas en torno al 50%. Dicha cubierta está formada por teja cerámica curva.

La estructura de cubierta está formada por vigas de rollizo de madera de castaño que dan forma a los pares, sobre las que apoyan unas correas. Sobre éstas se sitúan unos rastreles de madera que hacen de base para un entablado sobre el que tenemos una cubrición de teja cerámica curva.

5. FACHADAS

Las fachadas son en su mayoría de mampostería ordinaria de 60 cm de espesor, salvo la zona que fue ampliada posteriormente, que es un cerramiento de doble hoja de ladrillo con un revestimiento continuo pintado de color blanco. Como se aprecia en las fotos adjuntas en el anexo fotográfico, la mampostería solo se ve en ciertas zonas de la fachada ya que aproximadamente de la mitad de la casa hacia arriba tiene un recebado de color blanco que hace que la ampliación quede acorde con el resto de la fachada, excepto en la fachada oeste que está recebada por completo.

6. PARTICIONES INTERIORES

Las particiones de esta vivienda son todas del mismo tipo, de barrotillo, con los barrotes de madera en sentido horizontal, armados sobre otros normales a ellos y cubiertos con un enlucido.

7. ACABADOS INTERIORES

Entre los acabados interiores horizontales podemos diferenciar entre los de los suelos y los de los techos. Los primeros de ellos están formados por el propio entablado que cubre a la estructura del forjado, los de los techos en cambio son el enlucido que cubre un falso techo formado por barrotillo igual que los tabiques divisorios.

Con respecto a los acabados interiores verticales, en la planta baja no se dispone de acabados debido a que se deja la mampostería vista por dentro excepto en la zona de aseos que disponemos, al igual que en el resto de los tabiques divisorios de la vivienda de un enlucido con un acabado de pintura.

En la cocina y en el baño disponemos de un alicatado de azulejo cerámico hasta la mitad de cada paramento vertical.

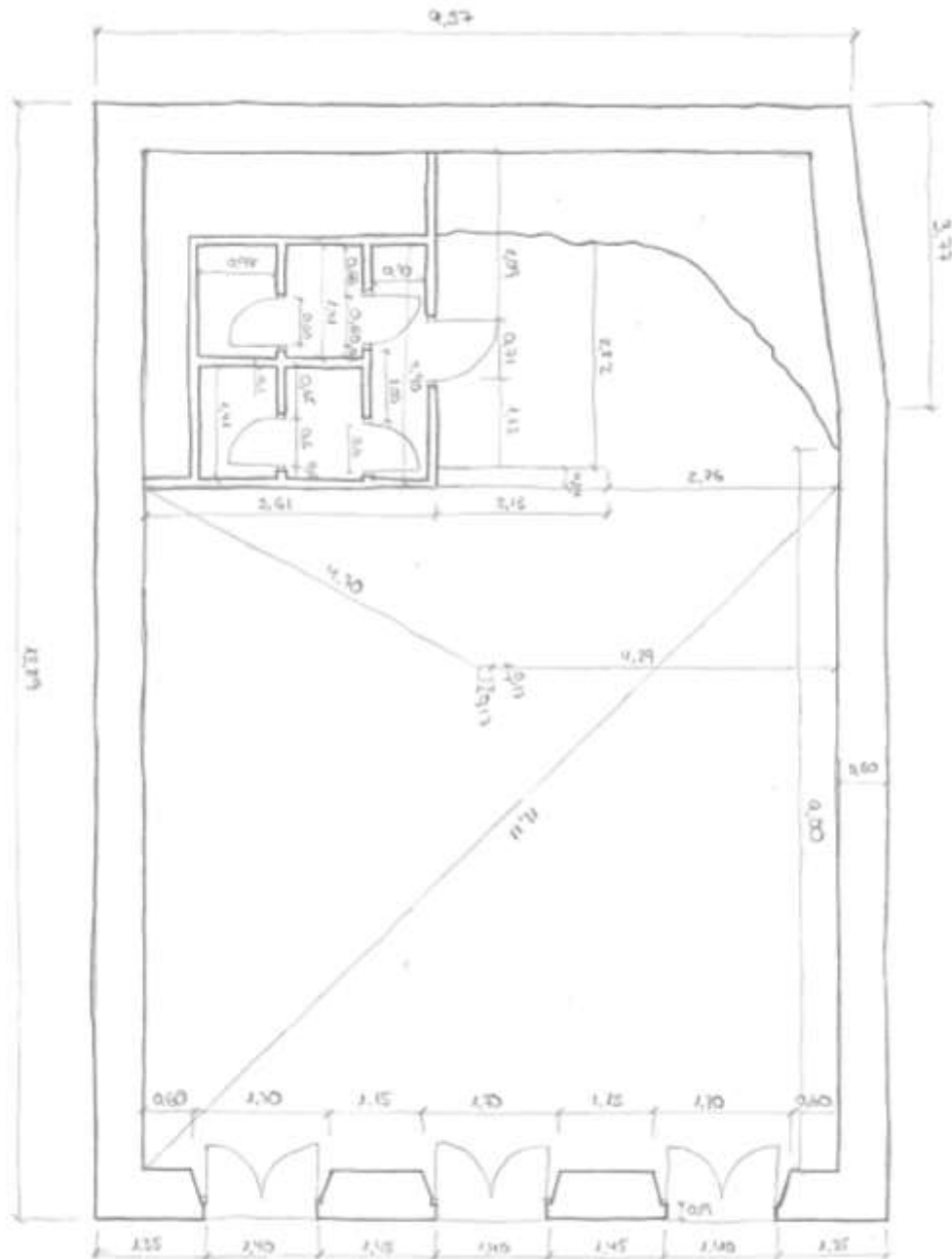
8. INSTALACIONES

La vivienda dispone de unas instalaciones mínimas que en el momento de construcción de la vivienda abastecían las necesidades de los usuarios pero que actualmente están obsoletas y en desuso.

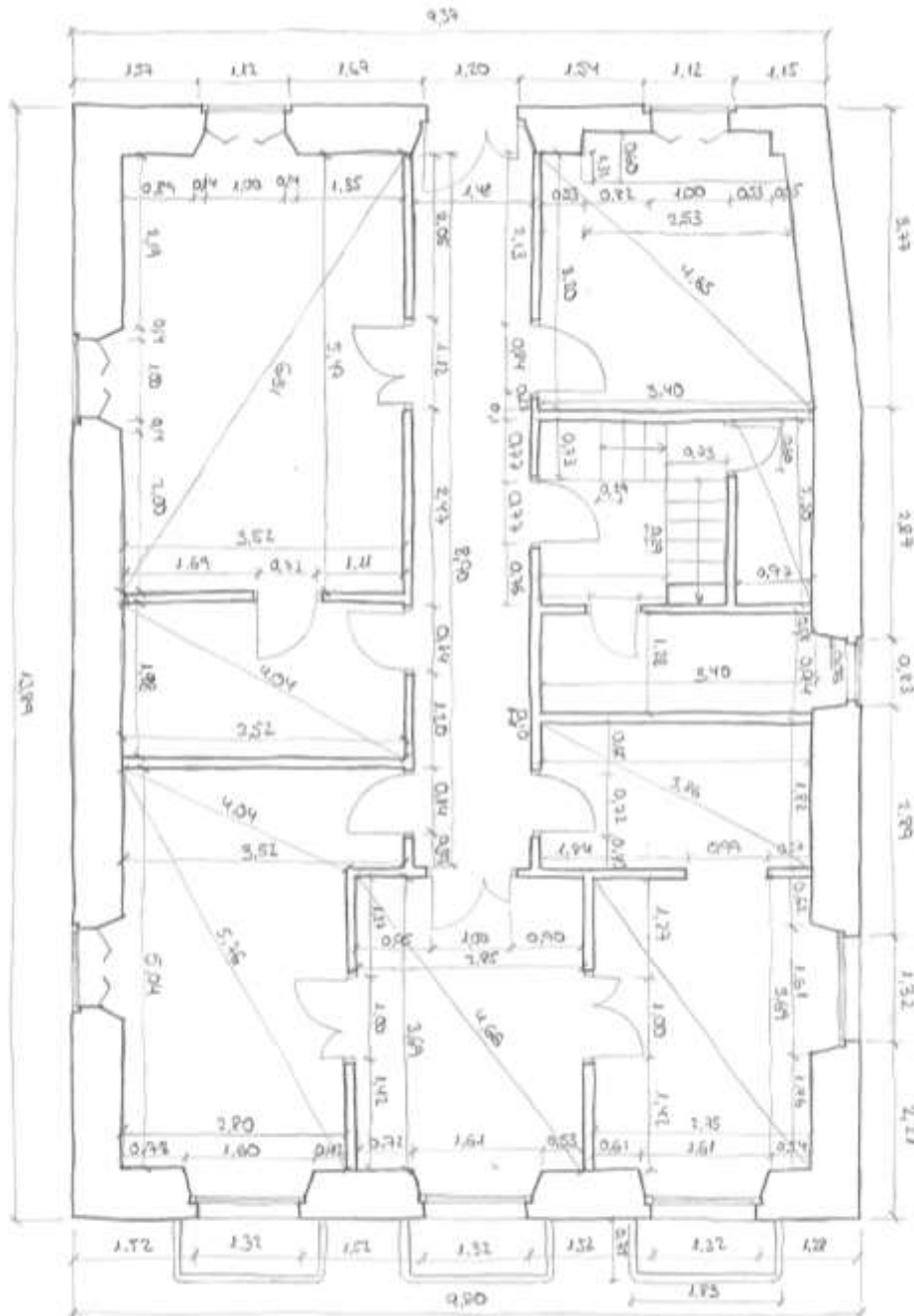
- Saneamiento: En esta vivienda disponemos de dos canalones, uno de PVC y otro de aluminio, éste último con su correspondiente bajante.
- Suministro de agua: La casa tiene instalación de fontanería para dar abastecimiento tanto al baño como a la cocina, y cuenta con enganche a la red general de abastecimiento.
- Gas y calefacción: No existe en la construcción.
- Electricidad: Se cambiará completamente debido a su deficiente estado.
- Protección contra incendios: No existe en la construcción.

9. CUADERNO DE CAMPO

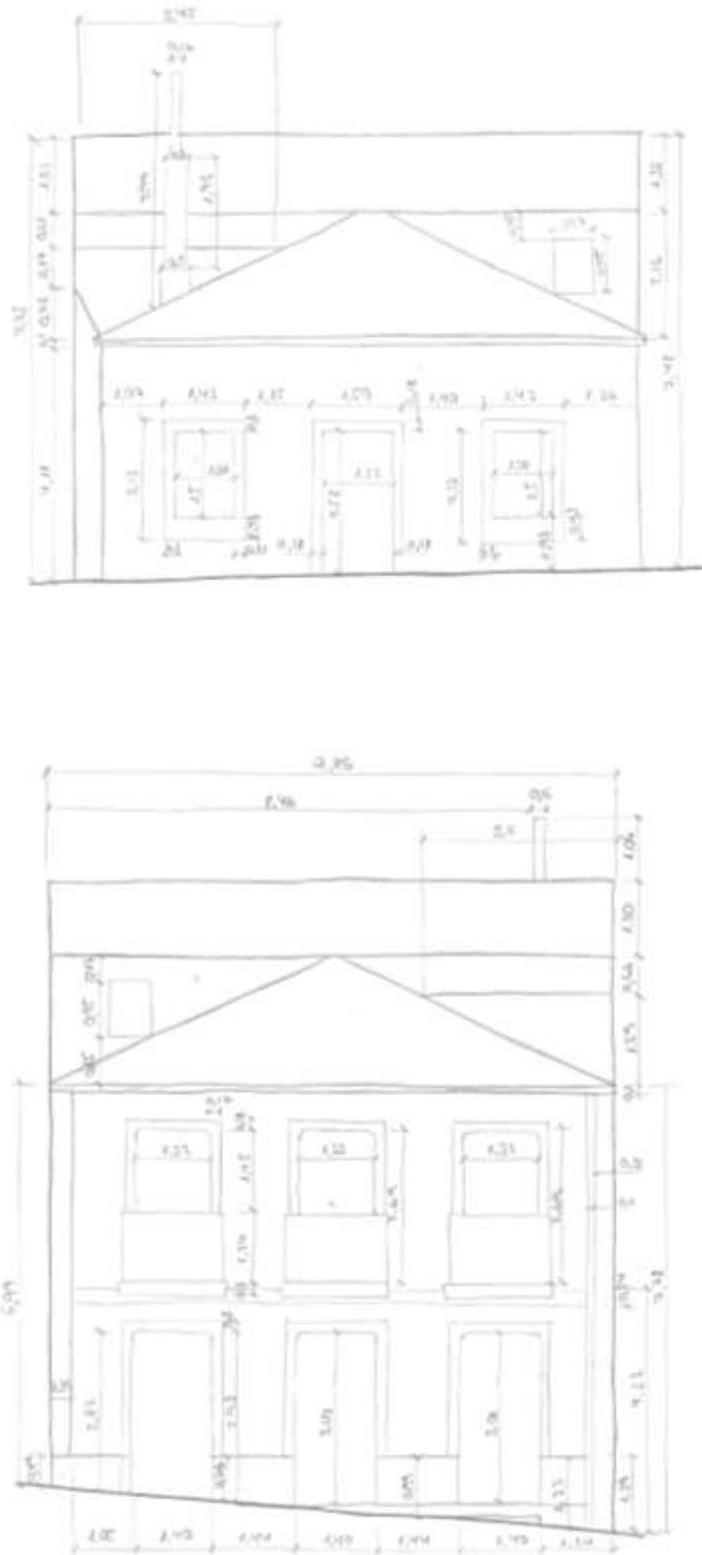
Planta semisótano



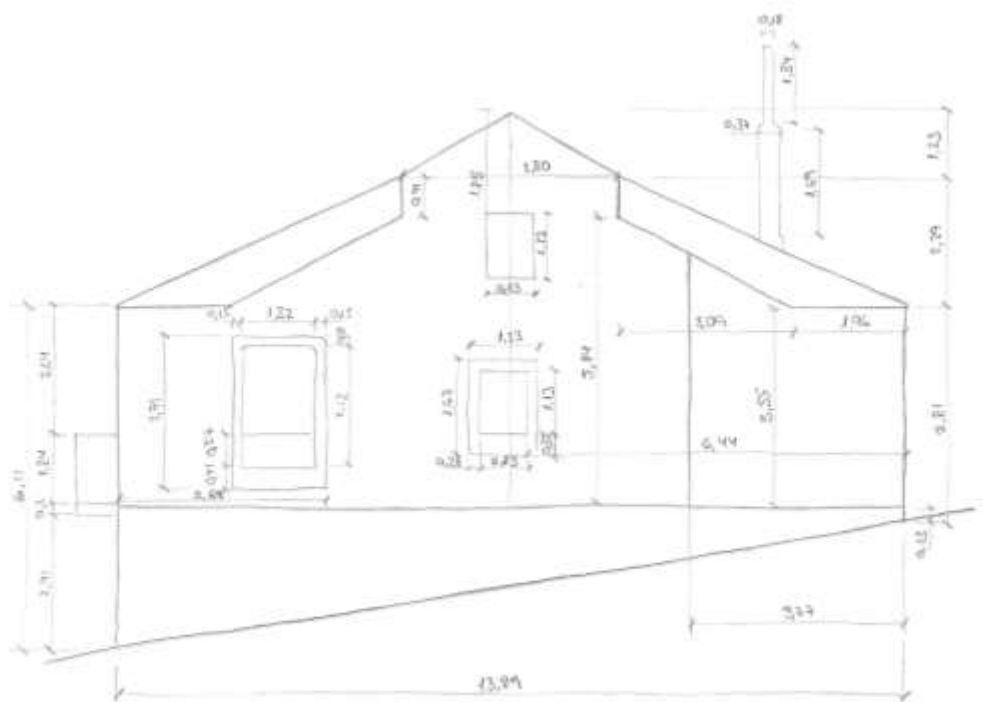
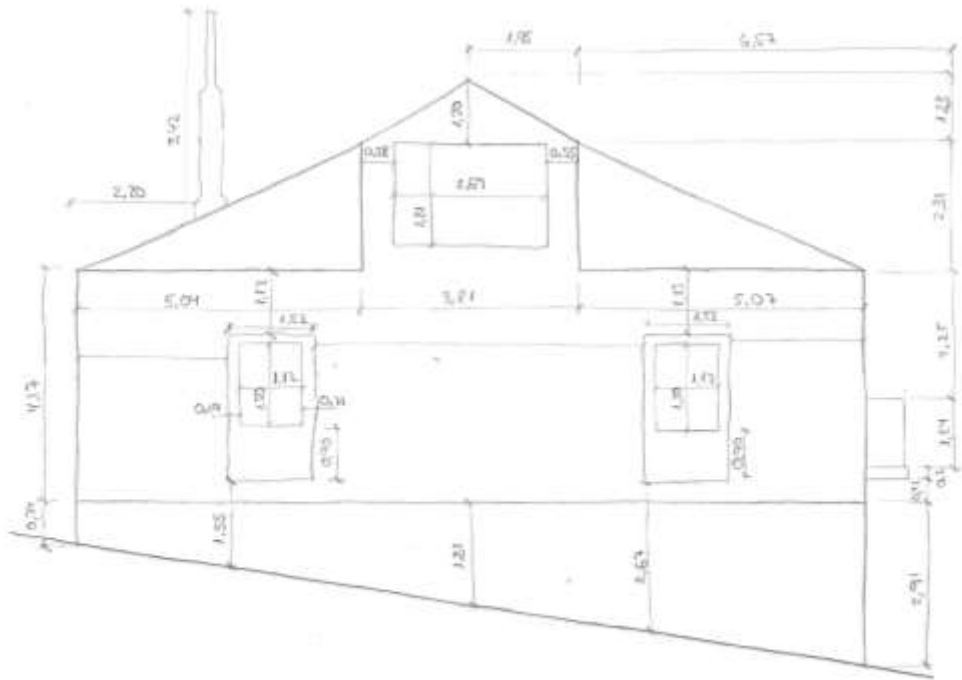
Planta primera



Alzado oeste y este

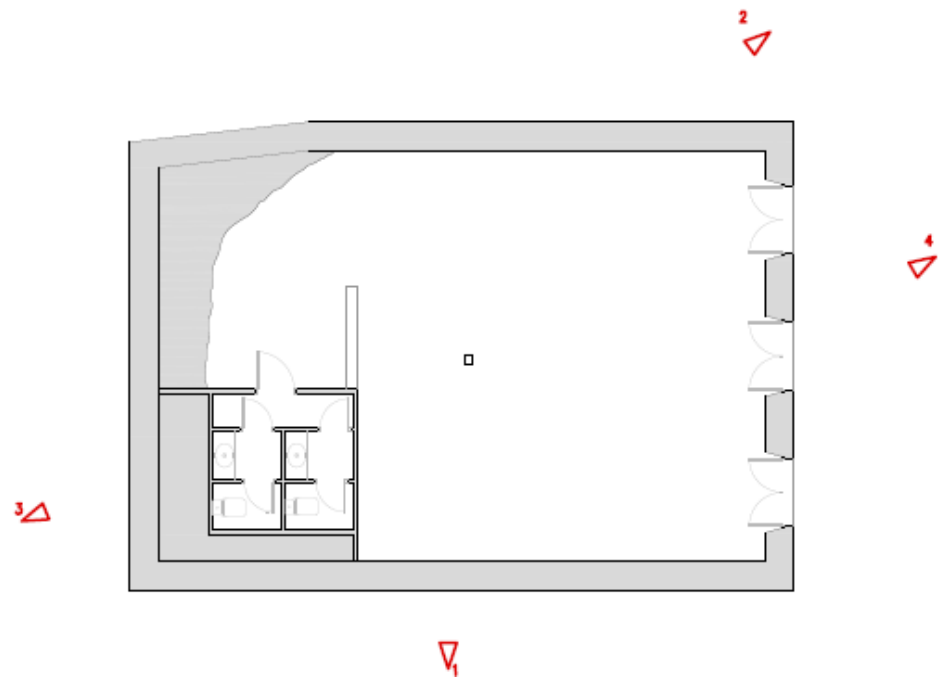


Alzado sur y norte



10. MEMORIA FOTOGRÁFICA

ALZADOS



Fotografía 1. Alzado sur



Fotografía 2. Alzado norte



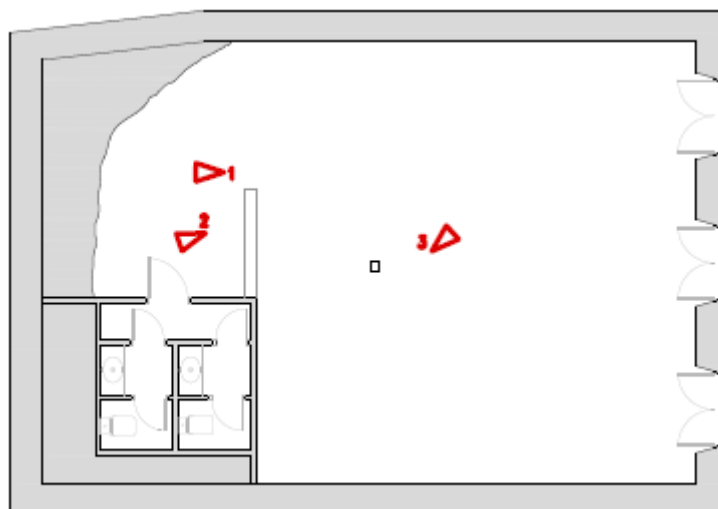
Fotografía 3. Alzado oeste



Fotografía 4. Alzado este



PLANTA SEMISÓTANO



Fotografía 1



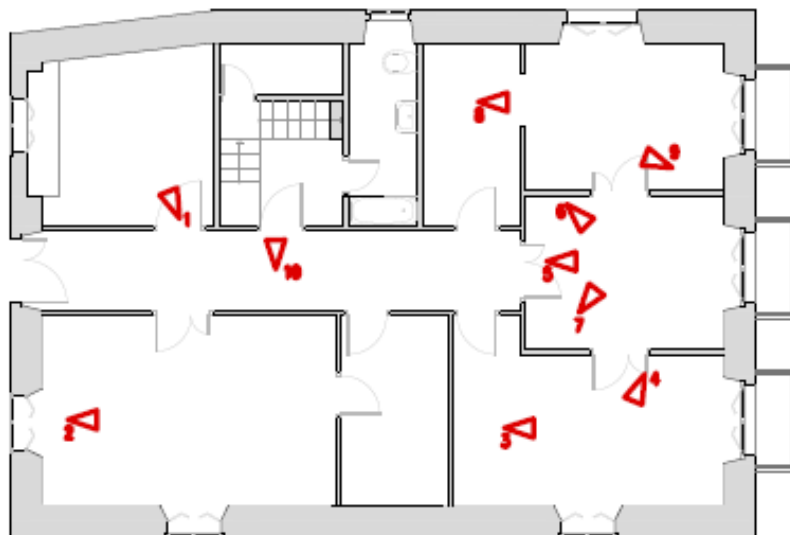
Fotografía 2



Fotografía 3



PLANTA PRIMERA



Fotografía 1



Fotografía 2



Fotografía 3



Fotografía 4



Fotografía 5



Fotografía 6



Fotografía 7



Fotografía 8



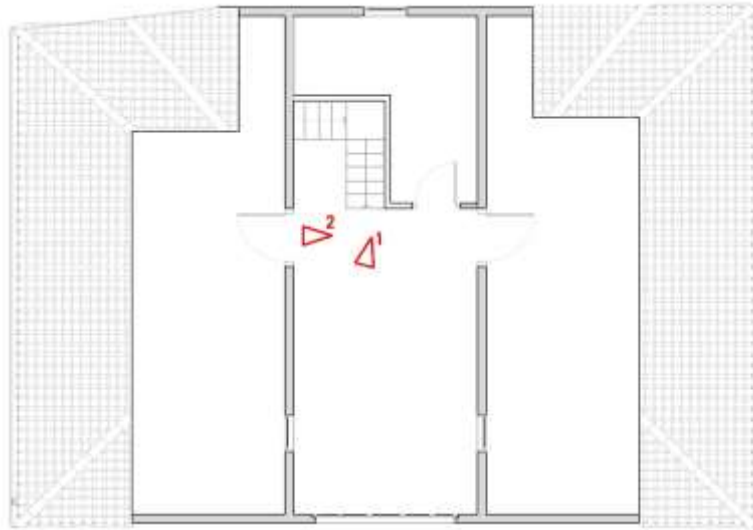
Fotografía 9



Fotografía 10



PLANTA BAJO CUBIERTA



Fotografía 1



Fotografía 2



ESTADO DE CONSERVACIÓN

La vivienda de cerca de 100 años de antigüedad, se encuentra muy deteriorada debido a la falta de mantenimiento por parte del propietario en su momento, agravándose su estado desde que dejó de estar habitada.

Por ello actualmente no se encuentra en condiciones de ser habitada, puesto que no se puede garantizar la seguridad de la misma, por tanto en conclusión del análisis realizado se deduce que:

- La cimentación está en buen estado, por tanto no será objeto de este proyecto y se conservará en el estado en el que está.
- La mampostería de los muros se encuentra también en buen estado de conservación, estable y vertical, aunque cabe destacar que habrán de tratarse las diferentes patologías que analizaremos a continuación.
- La estructura y los elementos de madera están deteriorados y se puede apreciar, en las partes que quedan a la vista, las diferentes patologías que tiene y que no permiten que sea segura.
- Las escaleras también están deterioradas e incluso rotas por algunas partes debido al desgaste de uso y a la falta de mantenimiento.

- Todas las instalaciones se encuentran obsoletas, fuera de normativa y sin posibilidad de adaptarse a la nueva distribución por lo que se procederá a su completa sustitución.

ESTUDIO PATOLÓGICO

GENERALIDADES

La patología constructiva de la edificación es la ciencia que estudia los problemas constructivos que aparecen en el edificio o en alguna de sus unidades con posterioridad a su ejecución.

Previo a cualquier actuación es necesario un estudio patológico, siendo éste el análisis exhaustivo del proceso patológico con objeto de alcanzar las conclusiones que nos permitan proceder a la siguiente reparación.

El estudio patológico se compone de las siguientes fases:

- Observación (detectar la lesión, identificarla y aislarla)
- Toma de datos
- Análisis del proceso (causas, técnicas de diagnosis, evolución y seguimiento)
- Actuación (propuestas de reparación y mantenimiento)

Por ello, es de primordial importancia conocer la tipología de las lesiones ya que es el punto de partida de todo estudio patológico, y de su identificación depende la elección correcta del tratamiento.

TIPOS DE LESIONES

Las lesiones son cada una de las manifestaciones de un problema constructivo, es decir, el síntoma final del proceso patológico.

En muchas ocasiones las lesiones pueden ser origen de otras y no suelen aparecer aisladas sino confundidas entre sí. Por ello conviene hacer una distinción y aislar en primer lugar las diferentes lesiones.

El conjunto de lesiones que pueden aparecer en un edificio es muy extenso debido a la diversidad de materiales y unidades constructivas que se suelen utilizar. Pero en líneas generales, se pueden dividir en tres grandes familias en función del carácter y la tipología del proceso patológico: físicas, mecánicas y químicas.

Las lesiones físicas son todas aquellas en que la problemática patológica se produce a causa de fenómenos físicos como heladas, condensaciones, etc. y normalmente su evolución dependerá de estos procesos físicos. Las más comunes son: humedad, erosión y suciedad.

Las lesiones mecánicas son consecuencia de acciones físicas, y en ellas predomina un factor mecánico que produce movimientos, desgaste, aberturas o separaciones de materiales o elementos constructivos.

Las lesiones químicas se producen a partir de un proceso patológico de carácter químico. Su origen suele ser la presencia de sales ácidos o álcalis que reaccionan provocando descomposiciones que afectan a la integridad de material y reducen su durabilidad. Se subdividen en: eflorescencias, oxidaciones y corrosiones, organismos y erosiones.

Partiendo de la gran diversidad de lesiones y sus diferentes grados de importancia podemos dividir estas lesiones en:

1. LESIONES MENORES

Son las que no afectan ni a la estructura ni a la cohesión de la construcción. Desde el punto de vista constructivo no pasa de ser un defecto cuya reparación sea normalmente sencilla, y que no pone en peligro a la edificación. Esto no quita que el tratamiento corrector y protector deba realizarse para evitar que se vuelva una lesión importante.

- **Pátinas**

Son las películas o capas delgadas que recubren las piedras a nivel superficial. Constituyen una alteración y una modificación superficial de los materiales, pero no tiene por qué existir un deterioro del material. Dentro de las pátinas podemos diferenciar los siguientes grupos:

- Pátinas de envejecimiento: son las diferentes tonalidades o aspecto externo que adquiere un material con el paso del tiempo y su exposición al medioambiente.
- Pátinas de decoloración: estas pátinas implican la pérdida de color del material.
- Pátinas cromáticas: Se dice de la capa de color artificial o natural que presentan algunas de las piedras en la construcción.
- Pátinas bióticas: son capas muy finas compuestas de organismos vivos, pueden ser de tonalidades muy variadas. Generalmente estos organismos son líquenes, algas o musgos, y el color dependerá del organismo.
- Pátina de tinción: son cambios cromáticos o tinciones superficiales de los materiales. Pueden estar generadas por diversas sustancias, como por ejemplo el orín, el verdín, etc.
- Pátina de suciedad, pátinas negras: se producen por suciedad acumulada en el material proveniente del medio ambiente.

- **Eflorescencias**

Son capas adicionales cristalinas de sales solubles. Son de color blanquecino y no presentan gran consistencia. Se firman gracias a los fenómenos de migración y evaporación de agua

Pueden ser causa de importantes alteraciones en la piedra, desde picaduras a disgregaciones.

- Subeflorescencias: eflorescencias que se forman debajo de la superficie, pero muy cerca de la misma.

- Criptoeflorescencias: se producen si las eflorescencias se sitúan en secciones más internas de las piedras.

- **Depósitos superficiales**

Son una forma de alteración que se produce con la acumulación, a través del tiempo, de materiales de diversos orígenes sobre las superficies. Estos elementos depositados pueden ser polvo, excrementos de aves, etc. No suelen presentar cohesión, ni gran adherencia al material, y su espesor es muy variable.

- **Costras**

Son láminas o cortezas compactas de material que se forman en la parte externa de los materiales. Son el resultado de una transformación superficial por influencia de los aportes exógenos. En general las costras se desarrollan en capas y pueden llegar a alcanzar varios milímetros de espesor.

- Costras negras: presentan partículas sólidas de contaminación. Están mayoritariamente producidas por diversos procesos de combustión. Suelen evolucionar a través del tiempo y provocando que se generen otras alteraciones como ampollas, desconchaduras y disgregaciones.
- Costras bióticas: generadas por la acción de líquenes, algas o musgos.

- **Erosión**

Es la abrasión o el desgaste que se produce en los materiales pétreos y que comportan una pérdida de volumen y una desaparición de las formas originales de los materiales.

El principal agente es el viento, combinado con el paso del tiempo, el agua, etc. Los efectos de la erosión provocan incidencias de desgaste mecánico sobre la superficie de la roca.

- **Fisuras**

Son aberturas longitudinales (de menos de 1 mm de anchura) que afectan a la superficie o al acabado de un elemento constructivo. A pesar de que su sintomatología es similar a la de las grietas, su origen y evolución son distintos y en algunos casos se considera una etapa previa a la aparición de las grietas. Se subdividen en dos grupos:

- Reflejo del soporte: se produce sobre el soporte cuando se da una discontinuidad constructiva, por una junta o por deformación.
- Inherente al acabado: en este caso la fisura se produce por movimientos de dilatación-contracción en caso de chapados y alicatados y por retracción en morteros.

2. GRIETAS

Son aberturas longitudinales (de más de 1 mm de anchura) que afectan a todo el espesor del elemento constructivo, estructural o de cerramiento. Dentro de éstas y en función del tipo de esfuerzos mecánicos que las originan, distinguimos dos grupos:

- Por exceso de carga: son las grietas que afectan a elementos estructurales o de cerramiento al ser sometidos a cargas para las que no estaban diseñados. Este tipo de grietas requieren, generalmente, un esfuerzo para mantener la seguridad de la unidad constructiva.
- Por dilataciones y contracciones higrotérmicas: son las que afectan sobre todo a elementos de cerramientos de fachada o cubierta, pero que también pueden afectar a las estructuras cuando no se prevén las juntas de dilatación.

- **Causas de aparición de las grietas**

Las causas de aparición de las grietas pueden agruparse en tres categorías en función de tipo de esfuerzo mecánico al que se vean sometidos los elementos estructurales o de cerramiento de una construcción:

- Acciones mecánicas: es decir, la aplicación de cargas directas sobre la estructura o sobre otros elementos, como son las cargas verticales excesivas y las no verticales.
- Esfuerzos higrotérmicos: los cambios de temperatura o de contenido de humedad en un elemento constructivo puede provocar un movimiento del mismo, que si es excesivo tendrá como consecuencia la formación de grietas.
- Deficiencias de proyecto: se producirán grietas si los esfuerzos que debe soportar un determinado elemento constructivo son superiores a los calculados en proyecto, si el diseño tanto de juntas como de materiales no es correcto, etc.

- **Valoración de las lesiones**

La complejidad de este tipo de lesiones radica en que tenemos que saber qué alcance tiene la lesión en sí, ya que puede tratarse simplemente de un defecto de importancia estética o de uno que afecte a la integridad estructural del edificio.

Una vez analizado el alcance de la grieta tendremos que valorar si es recomendable reparar la parte dañada sin que se produzcan deficiencias, o si por el contrario lo correcto sería demoler la zona dañada debido al elevado coste o a complicaciones técnicas que supondría repararlo.

Es conveniente establecer siempre un estudio de la naturaleza de la lesión, su alcance, sus motivos y su origen, incluso en el caso de grietas poco importantes que no suponen un peligro para la construcción.

Generalmente, una grieta indica un estado anómalo, que puede significar el estado grave de una lesión, por ello lo primordial es averiguar si la grieta supone un peligro para la estructura.

- **Causas que provocan los desequilibrios estáticos**

Las grietas aparecen en el mismo momento en que se rompe la continuidad de un elemento de la construcción, ya que al ceder este, se produce una rotura en el elemento o zona más débil. La mayoría de los motivos causantes de agrietamientos se deben a:

- Hundimiento de los cimientos por cesión del asiento o deslizamiento del terreno: es la causa principal de una de las lesiones más graves que pueden darse en la construcción. Puede ser debido a:
 - ✓ La insuficiente superficie que ocupan los cimientos para repartir las cargas, y la capacidad del terreno para asimilar las cargas transmitidas.
 - ✓ La disgregación del aglomerante o roturas de piezas que conforman la cimentación y ello da lugar al aplastamiento de los cimientos, ya sea por materiales defectuosos, por exceso de carga o degradación por el paso del tiempo.
 - ✓ Infiltraciones de agua que causan movimientos internos de tierras. Pueden causar importantes daños motivados por fallos en las conducciones de desagües, filtraciones procedentes de los albañales o alcantarillados, inundaciones debidas a crecidas de ríos o canales y/o a corrientes de aguas subterráneas.

Tipos de hundimiento:

Global: cuando afecta a la totalidad del edificio

Terminal: si existe en los lados de la construcción. En este caso las grietas se abren desde la coronación hacia la base, diagonalmente desde el exterior hacia el centro de la construcción.

Interno: el agrietamiento nace en la cimentación hacia la cubierta diagonalmente desde la parte central hacia la periferia.

- Aplastamiento de las estructuras verticales: Consiste en la pérdida de cohesión de un muro de carga o soporte, lo que determina que la estructura vertical no es capaz de soportar el esfuerzo axial, produciendo una debilitación en el sentido transversal. Esta lesión no aparece de improviso, los signos que nos la van indicando se dividen en tres fases:

Inicialmente las juntas horizontales comienzan a reducir su espesor, y las capas de revoco y el material de rejuntado se fragmentan y se disgregan.

En una segunda etapa comienzan a aparecer fisuras en dirección longitudinal de la fuerza debido a la dilatación transversal que experimenta el soporte o muro.

Finalmente, las fisuras que han ido apareciendo convergen en una grieta que aumenta de tamaño progresivamente hasta el colapso del soporte o muro.

Esta lesión puede ser debida a un mal dimensionado, a una mala calidad del material, mala ejecución o rotura del material.

- Hundimiento de las estructuras horizontales: las lesiones que pueden motivar este hundimiento están generalmente localizadas en arcos y bóvedas o en soleras. En soleras o forjados se trata de la inflexión de algún elemento de la estructura debida a una sobrecarga, mala ejecución o envejecimiento del material. En caso de que la estructura presente una excesiva flecha, o una lesión grave es conveniente solucionar el problema bien sustituyéndola o reforzándola.
- Soportar una excesiva inflexión de estructuras: los soportes que sostienen estructuras con grandes flechas pueden ser objeto de la aparición de fisuras o grietas horizontales, esto es debido a la excentricidad de la carga que se produce con la formación de la flecha, si el apoyo de la estructura en el soporte está mal efectuado. Pueden aparecer grietas debidas a otros esfuerzos que transmite la estructura al soporte o muro como puede ser un esfuerzo horizontal, que puede desequilibrar el muro.

3. HUMEDADES

La humedad se puede definir como la presencia no deseada de agua en estado líquido en lugares o períodos de tiempo variables. Su posible aparición es algo inherente a una obra o a un edificio ya construido.

La aparición de humedad provoca patologías bien conocidas como descomposiciones o disgregaciones de los materiales sobre los que se forma, efectos antiestéticos o desagradables o ambientes perjudiciales para la salud, pero en muchas ocasiones las humedades son también el origen de lesiones constructivas más graves que pueden llegar a implicar un elevado riesgo.

En función de la causa podemos distinguir cinco tipos distintos de humedades:

- *De obra:* generada durante el proceso constructivo, cuando no se ha propiciado la evaporación mediante un elemento de barrera.
- *Humedad capilar:* es el agua que procede del suelo y asciende por los elementos verticales.
- *Humedad de filtración:* es la procedente del exterior y que penetra en el interior del edificio a través de las fachadas o cubiertas. Se suelen dividir en tres grupos:

- ✓ Humedad de absorción: absorción de agua del exterior a través de los poros del material.
 - ✓ Humedad de filtración: cuando el agua de lluvia llega al interior del edificio por posibles aberturas en la fachada.
 - ✓ Humedad de penetración: se produce a través de huecos ocasionados por el deterioro del material o elemento constructivo.
- *Humedad de condensación*: es la producida por la condensación del vapor de agua desde los ambientes con mayor presión de vapor, como los interiores, hacia los de presión más baja, como los exteriores. Pueden dividirse en tres subgrupos dependiendo en la zona donde se halle la condensación:
- ✓ Condensación superficial interior: en el interior de un cerramiento.
 - ✓ Condensación intersticial: en el interior de la masa del cerramiento o entre dos de sus capas.
 - ✓ Condensación higroscópica: dentro de la estructura porosa del material que contiene sales que facilitan la condensación del vapor de agua del ambiente.
 - ✓ Humedad accidental: la producida por roturas de conducciones y cañerías y suele provocar focos muy puntuales de humedad.

- **Problemas causados por las humedades**

Un problema de humedad casi nunca se debe a una única causa, sino que varias causas actúan a la vez.

A causa de la aparición de humedad surgen patologías tales como:

- Desprendimiento de las partes dañadas por falta de adherencia, en paramentos y cielos rasos.
- Destrucción de enlucidos, revocos y enfoscados. En un primer momento se producen abombamientos que darán paso a desconchados.
- Síntomas de disgregación superficial o descomposiciones en los morteros debido a la acción de las sales que contienen.
- Erosión de los muros, con aparición de hendiduras, grietas y resquebrajaduras, casi siempre debidas a heladas.
- En los elementos de acero como es el caso de estructuras de hormigón armado, puede producir la corrosión del acero. Esto produce un aumento de volumen del acero a causa del desprendimiento de pedazos de acero, disminuyendo la sección de trabajo de la pieza de acero.
- La humedad predispone la formación de mohos que en el caso de la madera suele dar lugar a colonias de insectos xilófagos.
- Aparición de eflorescencias por el transporte de sales desde el interior de los elementos lesionados a su superficie.

- **Origen de las humedades**

En este apartado analizaremos el origen de las húmedas según el tipo que sea:

Humedad de obra: el agua que provoca las humedades de obra puede tener su origen en:

- El agua retenida o adherida en el exterior de algunos materiales.
- El agua contenida interiormente por ciertos materiales.
- El agua usada para elaborar algunos semiproductos.
- El agua necesaria para la realización de ciertos procesos.
- El agua de lluvia que recibe el edificio hasta que se colocan cubierta y cerramientos.

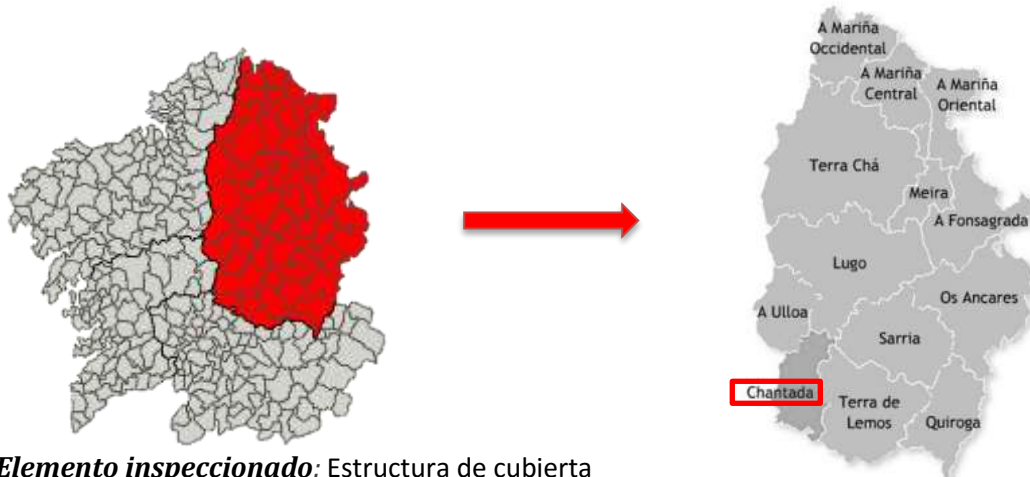
Humedad capilar: este tipo de humedades son provocadas por la ascensión de agua del terreno a través de los cimientos y los muros del edificio que están en contacto con el suelo. El agua procedente del subsuelo asciende por una red de capilares, en contra de la ley de la gravedad, y penetra por muros, columnas, etc. hasta alcanzar zonas situadas por encima de la rasante, en las que se manifiesta y se hace visible en forma de humedad.

Humedad de filtración: en este caso la lluvia es el principal agente de estas humedades. El agua en este tipo de humedades suele introducirse bien por los poros del material con el que se ha construido la fachada, por posibles aberturas en la fachada, como grietas, fisuras o juntas, o bien por huecos ocasionados por el deterioro del material o de algún elemento constructivo.

Humedad de condensación: su origen está en un cambio físico, es decir, aparecen cuando el aire del interior del edificio se pone en contacto con las superficies más frías de las paredes, ese aire baja de temperatura y origina condensaciones, de modo que se forman gotas de agua que se depositan sobre las paredes y que debido a la adhesión mutua y a la gravedad se van agregando hasta formar núcleos.

4. FICHAS PATOLÓGICAS

FICHA Nº I

Descripción general**Localización del inmueble:** LG O Priorato – San Salvador de Asma. Chantada (Lugo)**Elemento inspeccionado:** Estructura de cubierta

Localización: Cubierta

**Detalle fotográfico:** Fotografía tomada 27/09/2015 12:51h**Descripción breve de la patología**

Pudrición de la estructura de cubierta y fallo de la misma.

Análisis patológico

Localización: <input checked="" type="checkbox"/> Interior <input type="checkbox"/> Exterior	Exposición: <input type="checkbox"/> No expuesta <input type="checkbox"/> Semiexpuesta <input checked="" type="checkbox"/> Muy expuesta	Estado de la lesión: <input type="checkbox"/> Inicial <input type="checkbox"/> Avanzado <input checked="" type="checkbox"/> Final
---	---	---

Ambiente: Humedad, heladas, acción del viento.

Descripción detallada

Pudrición de la estructura de cubierta en todos sus elementos, así como ataque de hongos xilófagos, y desprendimiento de partes de dicha estructura.

Causas

Las filtraciones de agua de lluvia, debido al mal estado de los elementos de cubrición, han ido deteriorando los elementos de la estructura de madera, ocasionando en un estado final la apertura de huecos en la cubierta. Como resultado, la estructura en su mayor parte está en avanzado estado de pudrición.

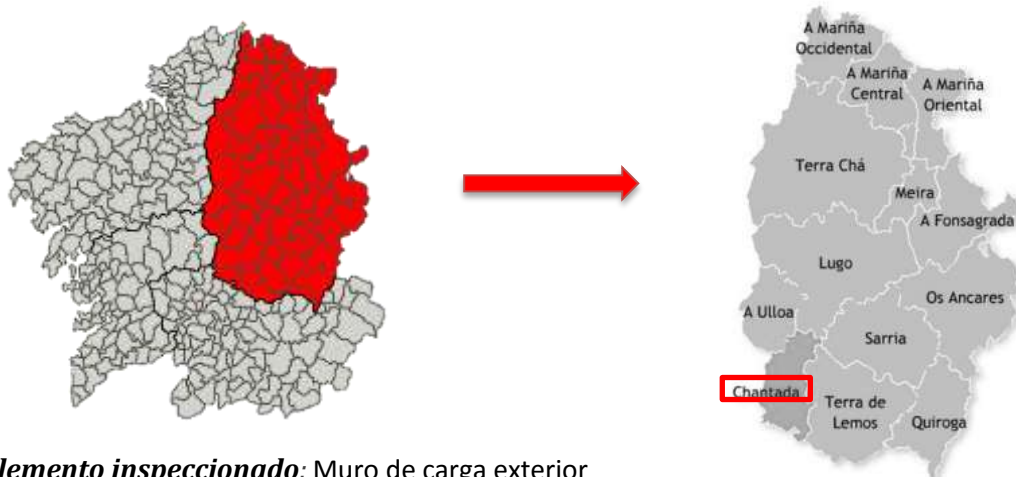
Actuación

Sustitución completa de toda la estructura de cubierta aportando aislamiento térmico e impermeabilización.

FICHA Nº 2

Descripción general

Localización del inmueble: LG O Priorato – San Salvador de Asma. Chantada (Lugo)



Elemento inspeccionado: Muro de carga exterior

Localización: Muro de piedra de fachada



Detalle fotográfico: Fotografía tomada 27/09/2015 12:51h

**Descripción breve de la patología**

Humedades por capilaridad y pátinas.

Análisis patológico

Localización: <input type="checkbox"/> Interior <input checked="" type="checkbox"/> Exterior	Exposición: <input type="checkbox"/> No expuesta <input type="checkbox"/> Semiexpuesta <input checked="" type="checkbox"/> Muy expuesta	Estado de la lesión: <input type="checkbox"/> Inicial <input checked="" type="checkbox"/> Avanzado <input type="checkbox"/> Final
---	---	---

Ambiente: Humedad, heladas, acción del viento.

Descripción detallada

Aparición de pátinas de envejecimiento por toda la zona de piedra de las fachadas, de pátinas bióticas (organismos vivos como líquenes y musgo), en los bajos de las tres fachadas, y humedades por capilaridad que provocan manchas negras.

Causas

Causadas por las condiciones de humedad y falta de impermeabilización de los muros, así como falta de mantenimiento y limpieza.

Actuación

Primero se procederá a la limpieza de la piedra, a continuación habrá que hacer una desalinización, para extraer las sales solubles de la piedra, una vez hecho esto, pondremos una membrana de impermeabilización entre el muro y el terreno y el por último protección para poder disminuir así la velocidad de los procesos de degradación y proteger ante agente bióticos, junto con un mantenimiento y prevención adecuados. Además aplicaremos un tratamiento de electroósmosis que impida el ascenso de humedad por diferencia de potencial.

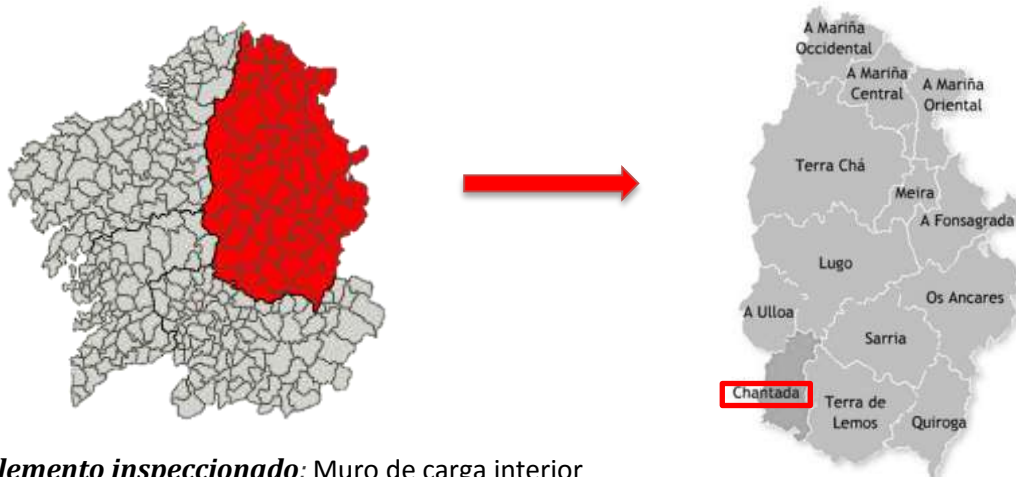
Otras fotografías: Fotografías tomadas 27/09/2015 12:51h



FICHA Nº 3

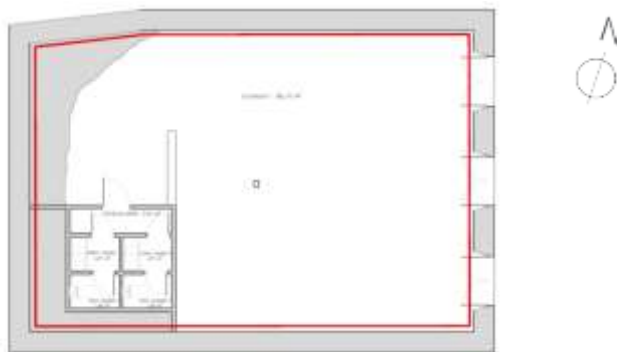
Descripción general

Localización del inmueble: LG O Priorato – San Salvador de Asma. Chantada (Lugo)



Elemento inspeccionado: Muro de carga interior

Localización: Muro de piedra interior



Detalle fotográfico: Fotografía tomada 2/10/2015 12:51h



Descripción breve de la patología

Pátinas bióticas.

Análisis patológico

Localización: <input checked="" type="checkbox"/> Interior <input type="checkbox"/> Exterior	Exposición: <input type="checkbox"/> No expuesta <input checked="" type="checkbox"/> Semiexpuesta <input type="checkbox"/> Muy expuesta	Estado de la lesión: <input type="checkbox"/> Inicial <input checked="" type="checkbox"/> Avanzado <input type="checkbox"/> Final
---	---	---

Ambiente: Humedad interior.

Descripción detallada

Existencia de pátinas bióticas de tonalidades desde verde hasta pardo oscuro, ascendentes desde el comienzo de la roca que se aprovecha del terreno y subiendo por el muro de carga.

Causas

Causadas por organismos vivos que se desarrollan sobre las superficies pétreas, así como por la filtración de agua procedente del terreno debido a la falta de impermeabilización.

Actuación

Se procederá con un tratamiento de electroósmosis para invertir el sentido de circulación de la humedad. Para ello se colocan electrodos positivos de cobre en la fachada conectados entre sí y a tierra mediante una pica de acero galvanizado a una profundidad de un metro, que actúa como electrodo negativo. Debe limpiarse la superficie del muro mediante procedimientos mecánicos a base de agua nebulizada o, químicos para eliminar la pátina. Sobre la superficie limpia se dispone una impermeabilización transparente o hidrófuga, que evite la aparición de una nueva pátina.

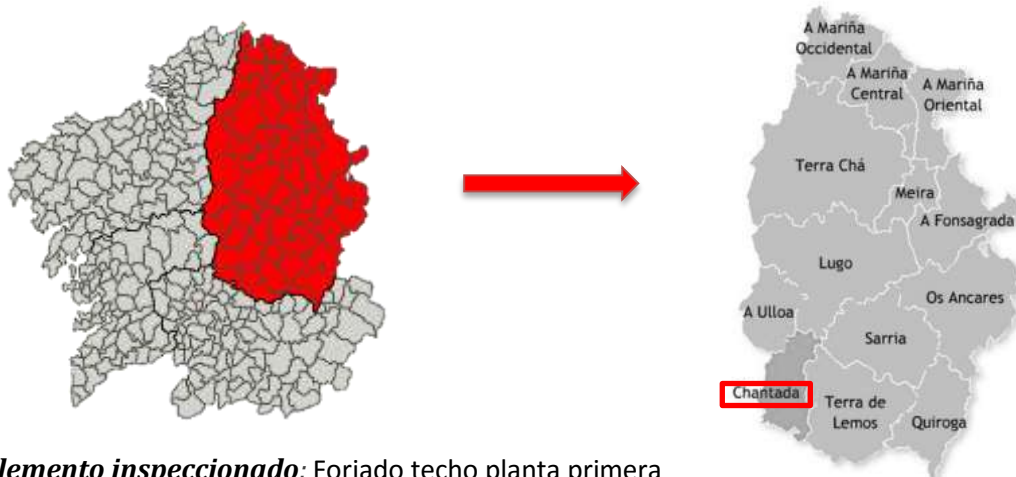
Otras fotografías: Fotografías tomadas 2/10/2015 14:22h



FICHA Nº 4

Descripción general

Localización del inmueble: LG O Priorato – San Salvador de Asma. Chantada (Lugo)



Elemento inspeccionado: Forjado techo planta primera

Localización: Forjado techo planta primera.



Detalle fotográfico: Fotografía tomada 8/02/2016 16:30h

**Descripción breve de la patología**

Humedad, pudrición, disminución de resistencia.

Análisis patológico

Localización: <input checked="" type="checkbox"/> Interior <input type="checkbox"/> Exterior	Exposición: <input type="checkbox"/> No expuesta <input checked="" type="checkbox"/> Semiexpuesta <input type="checkbox"/> Muy expuesta	Estado de la lesión: <input type="checkbox"/> Inicial <input type="checkbox"/> Avanzado <input checked="" type="checkbox"/> Final
---	---	---

Ambiente: Humedad interior, lluvia.

Descripción detallada

Descomposición y pudrición de la madera, con pérdida de peso y resistencia y alteración de las características organolépticas.

Causas

Las causas de estas patologías son el uso mecánico que provoca pérdida de resistencia y desgaste, existencia de insectos xilófagos que pueden ocasionar su destrucción y hongos de pudrición que provocan la descomposición de la madera, así como la entrada de agua procedente del exterior.

Actuación

Sustitución completa de toda la estructura, debido a que un correcto tratamiento curativo resultaría muy costoso y, además durante el propio tratamiento prácticamente nos quedaríamos sin sección de la misma; por lo que, de todos modos sería necesario reemplazar la estructura puesto que el forjado no sería capaz de cumplir las características estructurales para las que ha sido diseñado.

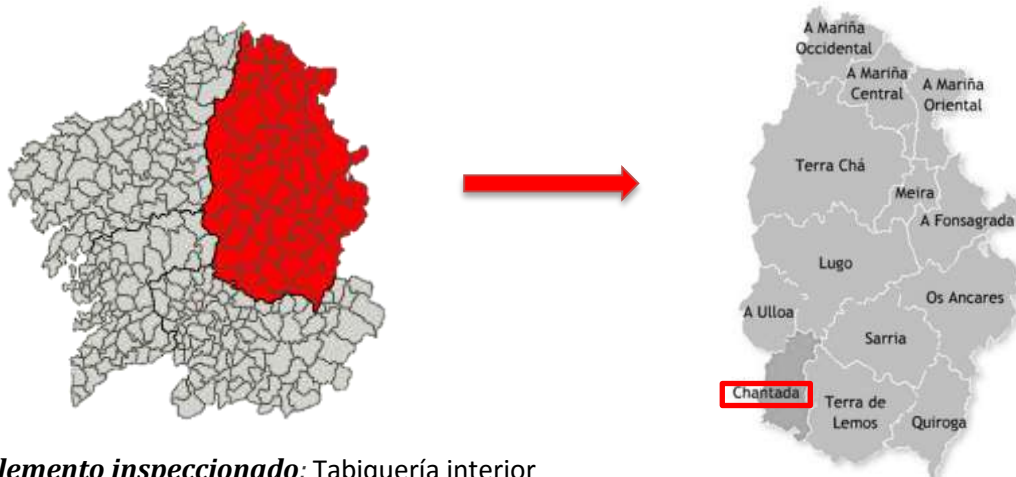
Otras fotografías: Fotografías tomadas 8/02/2016 16:30h



FICHA Nº 5

Descripción general

Localización del inmueble: LG O Priorato – San Salvador de Asma. Chantada (Lugo)



Elemento inspeccionado: Tabiquería interior

Localización: Planta
primera



Detalle fotográfico: Fotografía tomada 8/02/2016 16:30h

**Descripción breve de la patología**

Humedad y desconchado de la pintura.

Análisis patológico

Localización: <input checked="" type="checkbox"/> Interior <input type="checkbox"/> Exterior	Exposición: <input type="checkbox"/> No expuesta <input checked="" type="checkbox"/> Semiexpuesta <input type="checkbox"/> Muy expuesta	Estado de la lesión: <input type="checkbox"/> Inicial <input checked="" type="checkbox"/> Avanzado <input type="checkbox"/> Final
---	---	---

Ambiente: Humedad interior, lluvia

Descripción detallada

Presencia de manchas de humedad tanto en muros de cerramiento por la cara interior, como en tabiques, así como el desprendimiento de pintura en paramentos verticales.

Causas

Las humedades que presentan son producidas por infiltración de agua del exterior, tanto por los muros de cerramiento como por la cubierta, ya que el forjado que los separa está completamente deshecho.

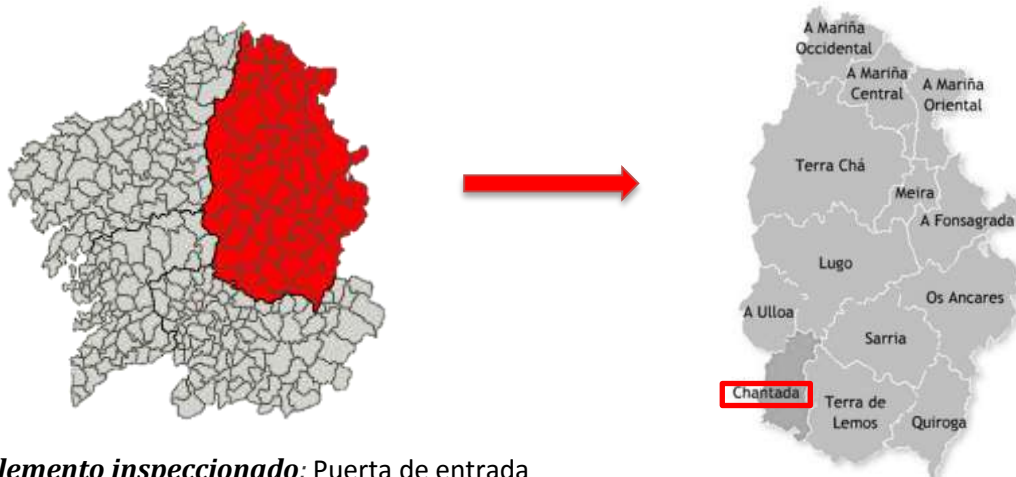
Actuación

Sustitución completa de todos los tabiques y se dotará a toda la edificación de aislamiento térmico, para cumplir así con la normativa vigente.

Otras fotografías: Fotografías tomadas 8/02/2016 16:30h



FICHA Nº 6

Descripción general**Localización del inmueble:** LG O Priorato – San Salvador de Asma. Chantada (Lugo)**Elemento inspeccionado:** Puerta de entrada

Localización: Puerta de entrada a la primera planta.

**Detalle fotográfico:** Fotografía tomada 27/09/2015 12:51h**Descripción breve de la patología**

Pudrición y agrietamiento de la madera

Análisis patológico

Localización: <input type="checkbox"/> Interior <input checked="" type="checkbox"/> Exterior	Exposición: <input type="checkbox"/> No expuesta <input type="checkbox"/> Semiexpuesta <input checked="" type="checkbox"/> Muy expuesta	Estado de la lesión: <input type="checkbox"/> Inicial <input type="checkbox"/> Avanzado <input checked="" type="checkbox"/> Final
---	---	---

Ambiente: Humedad, heladas, acción del viento.

Descripción detallada

Pudrición de las carpinterías de madera por la presencia de focos de humedad procedentes de la exposición al exterior. Además también se produce la actuación de carcoma y polilla debido a la facilidad que tiene para penetrar en estas zonas y pátinas de suciedad.

Causas

Exposición a la humedad exterior e interior y falta de mantenimiento y protección de la madera.

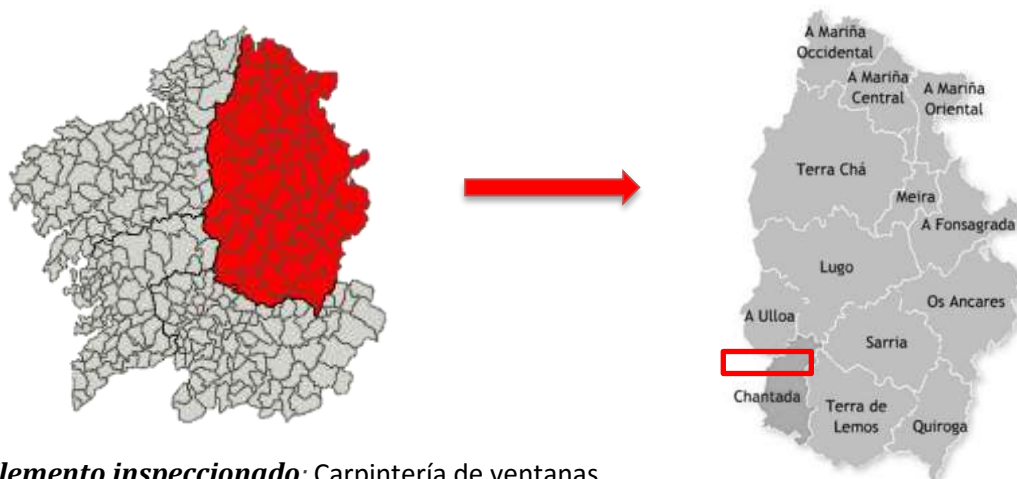
Actuación

Sustitución completa de toda la carpintería.

Detalle fotográfico: Fotografía tomada 27/09/2015 12:51h



FICHA Nº 7

Descripción general**Localización del inmueble:** LG O Priorato – San Salvador de Asma. Chantada (Lugo)**Elemento inspeccionado:** Carpintería de ventanas

Localización: Carpinterías de madera y contraventanas de la primera planta.

**Detalle fotográfico:** Fotografía tomada 8/02/2016 16:30h**Descripción breve de la patología**

Humedad, pudrición y agrietamiento.

Análisis patológico

Localización: <input checked="" type="checkbox"/> Interior <input type="checkbox"/> Exterior	Exposición: <input type="checkbox"/> No expuesta <input checked="" type="checkbox"/> Semiexpuesta <input type="checkbox"/> Muy expuesta	Estado de la lesión: <input type="checkbox"/> Inicial <input type="checkbox"/> Avanzado <input checked="" type="checkbox"/> Final
---	---	---

Ambiente: Humedad interior, lluvia.

Descripción detallada

Descomposición y pudrición de la madera, con pérdida de peso y resistencia y alteración de las características organolépticas.

Causas

Las causas de estas patologías son la existencia de insectos xilófagos que pueden ocasionar su destrucción y hongos de pudrición que provocan la descomposición de la madera, la entrada de agua procedente del exterior y la humedad interior.

Actuación

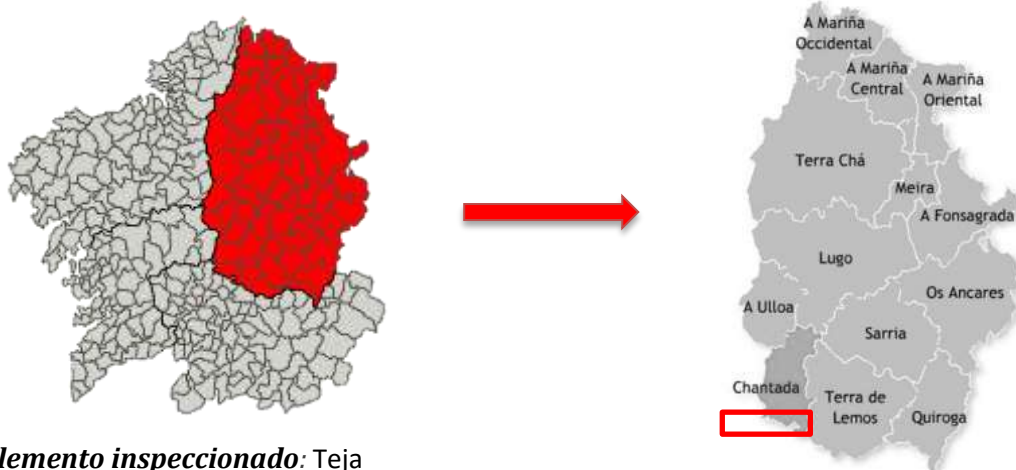
Sustitución de todas las carpinterías y contraventanas.

Otras fotografías: Fotografías tomadas 8/02/2016 16:30h

FICHA Nº 8

Descripción general

Localización del inmueble: LG O Priorato – San Salvador de Asma. Chantada (Lugo)



Elemento inspeccionado: Teja

Localización: Forjado techo
planta primera.



Detalle fotográfico: Fotografía tomada 8/02/2016 16:30h



Descripción breve de la patología

Formación de pátina sobre la cubierta, y rotura tejas.

Análisis patológico

Localización: <input type="checkbox"/> Interior <input checked="" type="checkbox"/> Exterior	Exposición: <input type="checkbox"/> No expuesta <input type="checkbox"/> Semiexpuesta <input checked="" type="checkbox"/> Muy expuesta	Estado de la lesión: <input type="checkbox"/> Inicial <input type="checkbox"/> Avanzado <input checked="" type="checkbox"/> Final
---	---	---

Ambiente: Humedad, heladas, acción del viento.

Descripción detallada

Formación de pátina biótica (musgo, hongos y líquenes) y pátina de suciedad sobre la teja cerámica curva de cubrición en la cubierta de la vivienda, y rotura de algunos de los elementos.

Causas

Causada por la exposición al exterior permanente y a la falta de mantenimiento.

Actuación

Sustitución del material de cobertura.

Otras fotografías: Fotografías tomadas 8/02/2016 16:30h



ESTADO REFORMADO

PROGRAMA DE NECESIDADES

El objeto del presente proyecto se basa en la rehabilitación y acondicionamiento de una vivienda unifamiliar, con el fin de proporcionarle un uso residencial. Para ello, será necesario realizar una redistribución general de los espacios de la edificación, incorporando todo lo necesario para satisfacer las necesidades actuales de confort y comodidad, garantizando al mismo tiempo el cumplimiento de la normativa vigente.

Para llevar a cabo el proyecto se realizarán una serie de actuaciones, dirigidas a adecuar y actualizar dicha construcción con el fin de que desempeñe su uso residencial, tales como: conservar o rehabilitar los elementos que se consideren de relevancia constructiva o cultural, demoler los componentes deteriorados que no cumplan con las características mínimas exigibles, incorporar, modernizar y/o redimensionar las instalaciones necesarias para las demandas previsibles. A continuación se detalla de forma más exhaustiva las intervenciones que se llevarán a cabo durante la rehabilitación de la vivienda:

- Eliminación tanto del material de cobertura como de todos los elementos de estructura de cubierta deteriorados, para una remodelación de la estructura, y la disposición de un nuevo material de cobertura.
- Demolición de la tabiquería interior formada por barrotillo, al igual que todos los forjados existentes (de madera); por lo que, en el interior se demolerá todo a excepción de los muros de carga. Se ejecutarán los derribos de arriba hacia abajo.
- Se ejecutará el desmonte de tierras en el interior de la construcción y demás procedimientos para la construcción de un forjado sanitario, abriendo los huecos necesarios en los muros de carga para la ventilación de la cámara de dicho forjado sanitario.
- Construcción de forjado sanitario en planta semisótano mediante el uso de bovedillas de polipropileno tipo “caviti” para un mejor aislamiento del terreno y, de entramado de madera de castaño de la planta primera y la planta bajo cubierta.
- Los muros de mampostería exteriores serán objeto de tratamientos superficiales consistentes en limpieza, sustitución de material de rejuntado y aplicación de productos hidrófugos en su superficie, siguiendo las directrices marcadas en las fichas patológicas. Además; se trasdosarán por su cara interior con aislamiento térmico y placa de yeso laminado.
- Se desecharán todas las carpinterías, debido a su falta de estanqueidad y aislamiento, colocando unas nuevas que cumplan con las condiciones requeridas por la normativa aplicable.
- Se dotará la vivienda de las instalaciones necesarias, sustituyendo la existente.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Después de la rehabilitación, esta vivienda quedará dividida en dos zonas, siendo una de ellas la planta del semisótano que se destinará a zona de ocio y las dos plantas restantes a zona vivienda (divida a su vez, en zona de noche y zona de día claramente diferenciadas).

Ambas funcionan como una única unidad comunicadas a través de la escalera, a pesar de tener entradas diferentes, ya que podemos acceder a la zona de vivienda desde la fachada oeste, y a la zona de ocio desde la fachada este.

Por tanto la vivienda queda dividida de la siguiente manera:

PLANTA SEMISÓTANO

En esta planta disponemos de entrada por la fachada este a través de tres puertas. En ella nos encontraremos con una zona de ocio para poder jugar al billar, leer, etc con un aseo y un armario ropero, también está el acceso a la escalera para subir a las plantas superiores.

A continuación de la escalera tenemos una zona de bodega con botelleros, mesa para poder tomar algo allí y unas cubas para la propia fabricación del vino, esta estancia quedará separada de la anterior por un tabique divisorio adecuado de forma que podamos mantener diferentes temperaturas de un lado y del otro, dado que el vino requiere de una temperatura más baja que la zona de ocio donde se requiere una temperatura de confort para las personas.

PLANTA PRIMERA

Para acceder a esta planta podremos hacerlo a través de la fachada oeste o bien por la escalera desde el semisótano.

En ella se optó por hacer dos dormitorios, un baño, un aseo, la cocina y el salón-comedor.

La parte más cercana a la entrada será la parte de día, en la que disponemos de cocina y salón-comedor, divididos pero con espacios abiertos como son muebles en vez de tabiques y tabiques con huecos grandes en vez de puertas, a partir de aquí separamos la zona de noche en la que tenemos las habitaciones, ambas con balcones, un baño y un aseo.

PLANTA BAJO CUBIERTA

En esta tercera planta se ha decidido optar por pocas estancias, pero amplias, ya que estamos limitados por altura en ciertas zonas para poder cumplir así la normativa. Por ello, dispondremos de un dormitorio amplio con baño propio y vestidor, y en el otro lado de un despacho con una pequeña zona al fondo para poder hacer alguna reunión.

CUADRO DE SUPERFICIES

Planta semisótano	ESTANCIA	SUPERFICIE
	Bodega	39,18 m ²
	Zona Ocio	51,20 m ²
	Aseo 1	4,88 m ²
	Superficie útil	95,26 m²
	Superficie construida	96,70 m²

Planta primera	ESTANCIA	SUPERFICIE
	Cocina	16,96 m ²
	Salón – comedor	29,60 m ²
	Dormitorio 1	21,38 m ²
	Aseo 2	2,05 m ²
	Dormitorio 2	16,78 m ²
	Baño 1	9,13 m ²
	Pasillo	12,81 m ²
	Superficie útil	108,71 m²
	Superficie construida	113,46 m²

Planta bajo cubierta	ESTANCIA	SUPERFICIE
	Vestidor	2,74 m ²
	Baño 2	5,27 m ²
	Dormitorio 3	14,64 m ²
	Pasillo	2,95 m ²
	Despacho	13,53 m ²
	Superficie útil	39,13 m²
	Superficie construida	120,9 m²

VIVIENDA	
Superficie útil	243,10 m²
Superficie construida	331,03 m²

MEMORIA CONSTRUCTIVA

ESTADO REFORMADO

SUSTENTACIÓN DEL EDIFICIO

No se ha efectuado ningún ensayo geotécnico, pero podemos ver que el terreno tiene grandes rocas enterradas o semienterradas próximas a la edificación así como la que invade parte de ella. Por lo que, a la hora de hacer movimientos de tierra, se deberá tener en cuenta la posibilidad de encontrar dichas rocas.

SISTEMA ESTRUCTURAL

CIMENTACIÓN

Los cimientos no serán objeto de intervención alguna en el desarrollo de este proyecto, puesto que no se observan signos de graves asentamientos diferenciales, quedando en la situación descrita en la memoria descriptiva del estado actual.

Uno de los problemas existentes sobre los muros es la presencia de humedad por capilaridad, por lo que se realizará un drenaje exterior al muro en el perímetro que sea posible, y que se aplicará un tratamiento de electroósmosis en la cara interior del muro para invertir el sentido de circulación de la humedad en las zonas del muro donde no se pueda colocar el drenaje:

- Apertura de zanja a lo largo del perímetro exterior del muro con un ancho mínimo de 1.00 m y con una profundidad igual a la del muro, actuando de tal forma que no se altere la cimentación.
- Compactado de la base de la zanja
- Limpieza de cara exterior del muro para favorecer la colocación de los sistemas de impermeabilización.
- Colocar la impermeabilización.

ESTRUCTURA PORTANTE

La estructura está formada por los muros de mampostería existentes, como muros de carga, en los cuales se apoyarán los distintos forjados de cada piso y de la cubierta.

Para cumplir la normativa vigente, después de limpiar y proteger la fachada, por el interior se realizará un trasdosado de aislamiento térmico con una placa de yeso laminado y pintura plástica como acabado.

ESTRUCTURA HORIZONTAL

Estará formado a base de entramados de vigas y correas de madera de castaño, de clase resistente D50, para todas ellas según el DB SE-M del CTE.

Las correas se apoyarán sobre las vigas quedando enrasadas con éstas y unidas mediante un elemento de conexión o herraje de acero galvanizado de perfil oculto de 5 mm de espesor con rigidizador interior.

Sobre el entramado de la estructura se dispone un panel sándwich tipo Thermochip TlrH formado por tablero aglomerado hidrófugo de 19 mm, aislante de poliestireno extruido de 40 mm y friso de madera tipo Iroko barnizado de 10 mm ya que esta quedará vista. Los acabados se detallan en el apartado de sistema de acabados.



Las vigas apoyarán en el muro de mampostería sobre un neopreno (elastómero) para el apoyo y reparto de cargas sobre el muro, dejando una holgura alrededor para que así la madera pueda ventilar y no se produzcan patologías por humedades.

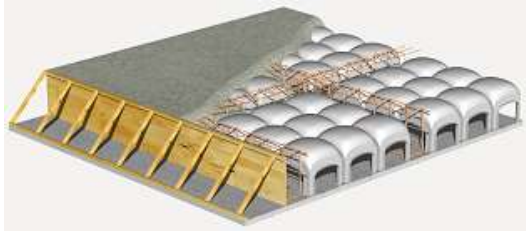
En la documentación gráfica y en la memoria de cálculo podemos ver sus dimensiones, geometría y detalles.

ESCALERAS

Se pretende comunicar los tres niveles de la vivienda (ya que antes solo estaban comunicados dos de ellos) mediante una escalera interior de madera detallada en los planos de detalle correspondientes.

SUELOS EN CONTACTO CON EL TERRENO

Los suelos en contacto con el terreno, es decir los de la planta semisótano. Se trata de un forjado sanitario de hormigón armado sobre sistema de encofrado perdido sobre módulos de polipropileno reciclado, con su acabado correspondiente según sea zona seca o zona húmeda.

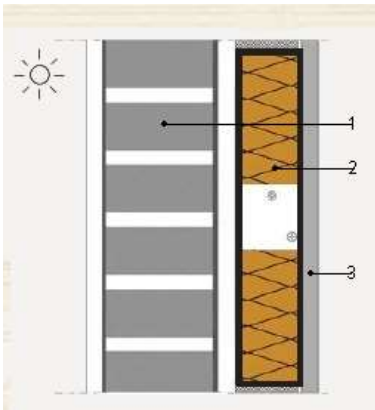


Listado de capas:

1. Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido
2. EPS Poliestireno expandido
3. Hormigón armado
4. Bovedillas de polipropileno tipo "caviti"

FACHADAS

La fachada es en su totalidad de mampostería, a la cual le añadiremos en la primera planta un trasdosado autoportante como se detalla en el croquis inferior.



Listado de capas:

1. Muro mampostería
2. Trasdoso autoportante
3. Placa de yeso laminado

Huecos en fachadas

- Puertas de entrada a la vivienda

Tenemos 4 puertas, 3 de ellas de dimensiones 1,40 x 3,00 m y la otra de 1,20 x 3,00 m. Se trata de una puerta blindada, con hoja de tablero aglomerado, chapado con Sapelly.

- Puertas balconeras

Son cuatro puertas de este tipo, diferenciándose entre ellas en que tres de ellas miden 1,30x2,60 m y la otra 1,30x2,10 m De PVC de una hoja oscilobatiente y otra hoja practicable, compuesta de marco, hojas y junquillos con acabado natural en color marrón, con doble acristalamiento low.s "control glass acústico y solar", low.s 4/12/6 Templa.lite Azur.lite color azul.

- Ventanas

Hay tres tipos de ventanas diferentes, unas de 1,12 x 1,50, otras de 1,01 x 1,5 m y las últimas de 0,83 x 1,13, siendo ambas de carpintería de PVC, abisagrada practicable, de 100x140 cm, formada por dos hojas, perfilera provista de con doble acristalamiento low.s "control glass acústico y solar", low.s 4/12/6 Templa.lite Azur.lite color azul.



Doble acristalamiento con cámara de aire de 4+12+6

Carpintería PVC marrón, imitación madera

CUBIERTA

La cubierta a cuatro aguas está formada por una estructura de madera de castaño de clase resistente D50, sobre esta estructura va clavado un panel sandwich tipo Termochip TlrH como se ve en el croquis inferior con sus capas desglosadas y encima de éste una placa de fibrocemento Onduline BT 500 Plus a la que fijaremos el material de cubrición que será de teja cerámica curva de dimensiones 40x17 mm, fijada con ganchos teja inox. En zonas húmedas se le añadirá un falso techo colgado.



Listado de capas (según colocación de exterior a interior)

1. Tablero aglomerado hidrófugo 19 mm
2. Aislamiento de poliestireno extruído 100 mm
3. Friso madera Iroko barnizado 10 mm

Huecos en cubierta

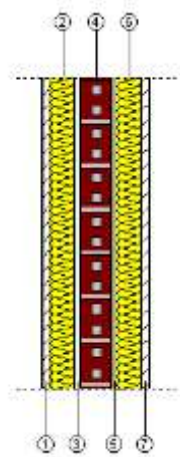
Habrán 6 ventanas en total, serán tipo Velux GGL, con apertura proyectante y accionamiento manual, el acabado interior será de madera de pino barnizada y el exterior de aluminio gris, el acristalamiento será bajo emisivo laminado de máximo aislamiento. Las dimensiones serán para todas 78 x 120 mm.



TABIQUERÍA

En la vivienda tendremos dos tipos de tabiques, uno para dividir la zona de la bodega del resto en la planta semisótano y el resto.

El primero de estos se trata de un tabique de una hoja de ladrillo con trasdosado en ambas caras:



Listado de capas

1. Placa de yeso laminado
2. Lana mineral
3. Cámara de aire
4. Fábrica de ladrillo cerámico hueco
5. Cámara de aire
6. Lana mineral
7. Placa de yeso laminado

El resto de tabiques de la vivienda serán tabiques de una hoja de ladrillo hueco con revestimiento en ambas caras con banda elástica perimetral.

Huecos en tabiquería

Puertas interiores

Son puertas de paso ciegas, de una hoja, de tablero aglomerado, chapados y con herrajes de colgar y de cierre. Tenemos dos tipos de puertas diferentes según su anchura, unas de 72,5 cm y otras de 82,5 cm, ambas con una altura de 2,03 m.

También tenemos dos tipos de puertas correderas, una la del armario de instalaciones en la planta semisótano, ciega, de dos hojas y tablero aglomerado chapado. La otra es la del vestidor que se trata de una puerta corredera acristalada de dos hojas con dos paneles fijos uno a cada lado.

SISTEMA DE ACABADOS

Paramentos verticales

En el aseo de la planta semisótano, así como el aseo de la primera planta irán alicatados de suelo a techo con un azulejo tipo Marmi Blanco de Porcelanosa de medidas 31,6 x 90 x 0,9 cm.

El baño de la primera planta ira provisto de un mosaico en la zona de la ducha tipo Taco Chester Acero de Porcelanosa de medidas 31,6 x 90 x 1,21 cm. El resto de los paramentos irán pintados en color blanco con una pintura plástica a base de coopolímeros acrílicos, lavable, hidrórepelente y transpirable.



El baño de la planta bajo cubierta la zona de la ducha tendrá de acabado un revestimiento cerámico de imitación madera tipo Ascot Erce de Porcelanosa. Medidas 22 x 90 x 1,1 cm y el resto con la misma pintura blanca que el baño de la primera planta.



La cocina irá alicatada con un azulejo de suelo a techo tipo Marmi Blanco de Porcelanosa de medidas 31,6 x 90 x 0,9 cm. Llevará además en uno de los paramentos un papel pintado.

El dormitorio 1 llevará todos los paramentos excepto en el que apoya en cabecero una pintura color beige acabado mate, y en la restante una marrón acabado mate.

En el dormitorio 2 y el 3 se utilizará una pintura blanca con acabado mate.

El resto de las estancias llevarán pintura plástica blanco mate.

Pavimentos

Irà en toda la vivienda una tarima con tabla machihembrada de madera de castaño de 2,1 cm de espesor, clavadas sobre rastreles de pino de 50 x 30 mm cada 30 cm, recibidos con tacos metálicos sobre el entramado.



En la cocina y en el baño de la primera planta pondremos una plaqueta cerámica de imitación madera tipo Oxford acero P-R con junta de Porcelanosa. Medidas 22 x 90 x 1,1 cm.



En el baño de la segunda planta ira una plaqueta cerámica imitación madera tipo Ascot Arce P-R con junta de Porcelanosa con medidas 22 x 90 x1,1 cm.



Los dos aseos y la cocina llevarán un gres porcelánico tipo Tribeca acero de Porcelanosa con medidas 80 x 80 1,2 cm.



Techos

Los únicos techos que no llevarán la estructura vista son los de las zonas húmedas en las que dispondremos de un techo registrable formado por una estructura de perfiles de chapa de acero galvanizado revestida por una lámina prelacada en color castaño en su cara vista. Dicha estructura forma una cuadrícula de 600 x 600 mm. Compuesta por perfiles PLADUR primarios, secundarios y angulares fijados mecánicamente en todo su perímetro. La estructura queda debidamente suspendida del entramado mediante anclajes, varilla roscada y piezas de cuelgue TR, sobre ella, se apoyarán las placas PLADUR tipo DECOR de 10 mm de espesor y dimensiones 595 x 595 mm.



INSTALACIONES Y SISTEMAS DE ACONDICIONAMIENTO

Entendiendo como tal, los subsistemas que garanticen las siguientes prestaciones:

- Instalaciones térmicas del edificio proyecto y su rendimiento energético, suministro de combustibles, ahorro de energía e incorporación de energía solar térmica o fotovoltaica y otras energías renovables.
- Protección contra incendios, anti-intrusión, pararrayos, alumbrado, ascensores, transporte, fontanería, evacuación de residuos líquidos y sólidos, ventilación, telecomunicaciones, etc.

Instalación de fontanería

Cumplirá con el Código Técnico de la Edificación CTE-HS4 (Suministro de agua), dotando a los equipos de producción de agua caliente sanitaria de sistemas de acumulación y a los puntos terminales de utilización de unas características tales que eviten el desarrollo de gérmenes patógenos.

Se utilizarán velocidades comprendidas entre 0,5 y 2 m/s para evitar ruidos y golpes de ariete.

Se colocarán como se ve en la documentación gráfica, llaves de paso al principio de cada derivación en local húmedo y en general antes de cada grupo de aparatos.

Para la producción de ACS se dispone una caldera mixta alimentada por gasóleo, con un caudal de 10 l/min a una temperatura de 60°C. El acumulador de agua caliente irá conectado a la placa solar proyectada en la cubierta de la vivienda con orientación sur, que servirá de apoyo para el calentamiento del agua, consiguiendo así una reducción del consumo energético.

La conducción de agua caliente se dispondrá a una distancia igual o mayor que 4 cm de la de agua fría y nunca por debajo de ésta.

Las conducciones de la instalación de alimentación de agua potable serán enterradas, formada por tubos de acero galvanizado sin soldadura, colocados sobre lecho de arena.

La distribución interior de la instalación estará formada por tuberías de polietileno reticulado (PE-X) con diámetro variable dependiendo del tramo que se especificará en el Anejo 4.

Cuando discurran por locales no calefactados (como es el caso de la bodega) se aislarán con coquillas flexibles de espuma elastomérica de 20 mm de espesor.

Las tuberías deben ir por debajo de cualquier canalización o elemento que contenga dispositivos eléctricos o electrónicos, así como de cualquier red de telecomunicaciones, guardando una distancia en paralelo al menos de 30 cm.

Como medida de ahorro de agua, en la red de ACS debe disponerse una red de retorno cuando la longitud de la tubería de ida al punto de consumo más alejado sea igual o mayor que 15 m como es el caso de algunos tramos de esta vivienda.

Características de la instalación:

- Acometida

La instalación de acometida enterrada para abastecimiento de agua que une la red general de distribución de agua potable de la empresa suministradora con la instalación general de la vivienda, continua en todo su recorrido sin uniones o empalmes intermedios no registrables, formada por un tubo de polietileno PE 100, colocada sobre lecho de arena. Dispone de llave de corte de esfera colocada mediante unión roscada, situada junto a la vivienda, fuera de los límites de propiedad, alojada en arqueta prefabricada.

- Tubos de alimentación

Instalación de alimentación de agua potable, enterrada, formada por tubo de acero galvanizado estirado sin soldadura, colocado sobre lecho de arena, en una zanja previamente excavada.

- Instalaciones particulares

Tuberías para instalación interior, colocada superficialmente y fijada al paramento, formada por tubo de polietileno reticulado (PE-X), para los diámetros 16 mm, 20 mm, 25 mm.

Instalación de saneamiento

La instalación de saneamiento es de tipo separativo, por un lado aguas residuales y por otro las pluviales. La instalación es ejecutada totalmente en polipropileno.

El objetivo es disponer de los medios adecuados para extraer las aguas residuales de forma independiente de las precipitaciones atmosféricas y escorrentías.

Las redes de evacuación deberán disponer de cierres hidráulicos, con unas pendientes que faciliten la evacuación de los residuos y ser autolimpiables, los diámetros serán los apropiados para los caudales previstos, serán accesibles o registrables para su mantenimiento y reparación, y dispondrán de un sistema de ventilación adecuado que permita el funcionamiento de los cierres hidráulicos.

El diseño y dimensionamiento de la red de evacuación de aguas del edificio se realiza en base al DB HS 5 y los datos se aportan en la documentación gráfica y en el Anejo 4.

La instalación del sistema de evacuación de aguas se hará mediante arquetas y colectores enterrados con sus cierres hidráulicos, desagües por gravedad a una arqueta general para cada sistema de evacuación, constituyendo los puntos de conexión con la red de alcantarillado público.

Las arquetas de dimensiones especificadas en la documentación gráfica serán prefabricadas registrables de PVC. Se colocarán arquetas en las conexiones y cambios de dirección, según se indica en dicho plano.

Los colectores enterrados de evacuación horizontal se ejecutarán con un tubo de PVC de pared compacta, con uniones en copa lisa pegadas (juntas elásticas).

La pendiente de los colectores no será inferior al 1%. Se colocarán piezas de registro a pie de bajante, en los encuentros, cambios de pendiente, de dirección y en tramos rectos cada 15 m, no se acometerán a un mismo punto más de dos colectores.

Las bajantes serán de PVC sanitario con uniones en copa lisa pegadas (juntas elásticas), con un diámetro uniforme en toda su altura.

Las bajantes de pluviales se conectarán a la red de evacuación horizontal del propio sistema mediante arquetas a pie de bajante, que serán registrables y nunca serán sifónicas.

Los desagües y del aseo se realizarán mediante botes sifónicos de 125 mm de diámetro. La distancia del bote sifónico a la bajante no será mayor de 2 m, y la del aparato más alejado al bote sifónico no mayor de 2,5 m. Las pendientes de las derivaciones estarán comprendidas entre un 2% y un 4%, dependiendo del tramo.

En el caso de desagüe por sifones individuales, la distancia del sifón más alejado a la bajante a la que acometa no será mayor de 4 m, y las pendientes de las derivaciones estarán comprendidas entre un 2,5 % y un 5% para desagües de fregaderos, lavabos, y menos del 10% para desagües de bañeras y duchas.

El desagüe de los inodoros a las bajantes se realizará directamente o por medio de un manguetón de acometida de longitud igual o menos que 1 m.

Se utilizará un sistema de ventilación primaria para asegurar el funcionamiento de los cierres hidráulicos, prolongando las bajantes de aguas residuales al menos 1.30 m por encima de la cubierta de la vivienda.

La conexión a la red general se ejecutará de forma oblicua y en el sentido de la corriente, y con altura de resalto sobre la conducción pública.

Características de la instalación:

TUBERÍAS PARA AGUAS REDISUALES

- Red de pequeña evacuación
Colocada superficialmente, de PVC, serie B, según UNE-EN 1329-1, unión pegada con adhesivo.
- Bajantes
Bajante interior de la red de evacuación de aguas residuales, de PVC, serie B, según UNE-EN 1329-1, unión pegada con adhesivo.
Tubería para ventilación primaria de la red de evacuación de aguas, de PVC, unión pegada con adhesivo.

- Colectores
Colector enterrado de saneamiento, sin arquetas, mediante sistema integral registrable, de tubo PVC liso, serie SN-2, rigidez anular nominal 2 KN/m^2 , según UNE-EN 1201-1, con junta elástica

TUBERÍAS PARA AGUAS PLUVIALES

- Canalones y bajantes
Canalón circular de cobre, según DIN EN 612. Bajante circular de cobre, según DIN EN 612.
- Colectores
Colector enterrado de saneamiento, de tubo PVC liso, serie SN-2, rigidez anular nominal 2 KN/m^2 , según UNE-EN 1401-1, conjunta elástica.
- Acometida
Acometida general de saneamiento a la red general del municipio, de tubo de PVC liso, serie SN-4, rigidez nominal 4 KN/m^2 , según UNE-EN 1401-1, pegado mediante adhesivo.

Instalación de ventilación

La instalación de ventilación tiene el objetivo de disponer de los medios para que los recintos de la vivienda puedan ventilar adecuadamente, de forma que se aporte un caudal suficiente de aire exterior y se garantice la extracción y expulsión de aire viciado por los contaminantes.

El diseño y dimensionado se hará en función de DB HS 3 y se adjuntan los datos tanto en la documentación gráfica como en el Anejo 4.

El sistema de ventilación será mecánico, con circulación de aire de los locales secos a los húmedos,

Los dormitorios, zonas de estar y salón-comedor tendrán carpinterías exteriores de clase 2 con aberturas de admisión, aberturas dotadas de aireadores o aperturas fijas de la carpintería que comunican directamente con el exterior. Disponen además de un sistema de ventilación complementario de ventilación natural por la carpintería exterior practicable. Las particiones entre los locales secos y húmedos disponen de aperturas de paso.

La cocina y los baños/aseos tendrán carpinterías exteriores de clase 2 con aberturas de admisión, aberturas dotadas de aireadores o aperturas fijas a la carpintería que comunican directamente con el exterior, y aberturas de extracción conectadas a conductos de extracción. Además, disponen de un sistema de ventilación complementario de ventilación natural por la carpintería exterior practicable.

La cocina también tendrá un sistema adicional específico de ventilación con extracción mecánica para los vapores y los contaminantes de la cocción. La campana extractora estará

conectada a un conducto de extracción independiente de los de la ventilación general de la vivienda que no podrá utilizarse para la extracción de aire de locales de otro uso.

El baño de la habitación en la planta bajo cubierta dispone de aberturas de paso en las particiones con un local seco contiguo, y aberturas de extracción conectadas a conductos de extracción.

La superficie total practicable de las ventanas y puertas exteriores de cada local es mayor que 1/20 de la superficie útil del mismo.

Instalación de telecomunicaciones

El objetivo de ésta es disponer de acceso a los servicios de telecomunicación, audiovisuales y de información.

La vivienda dispondrá de instalaciones de: Radiodifusión sonora y Televisión de emisiones terrenales digitales, y satélites (RTV + TDT) y Telefonía.

Se prevé la instalación de un sistema de captación, adaptación, distribución y toma de señales de radiodifusión sonora y televisión, compuesta por los siguientes elementos:

- Equipo de captación de señales terrenales formado por antenas de UHF, DAB y FM para señales analógicas y digitales. La altura del mástil no sobrepasará los 6 m. Si se precisa mayor elevación, se colocará el mástil sobre una torreta.
- Equipo de captación de señales vía satélite formado por una antena parabólica.
- Equipos de amplificación, mezclador y distribución de señales captadas de RTV y TDT. Se situará en un lugar fácilmente accesible en la planta bajo cubierta.
- Red de distribución desde los equipos de amplificación y mezclador hasta las bases de acceso terminal (BAT). Se situará a una distancia mínima de 30 cm de las conducciones eléctrica y de 5 cm de las de fontanería, saneamiento y telefonía.
- Bases de acceso terminal (BA_t) para la conexión de receptores de Televisión y Radio.

Instalaciones de calefacción

El objetivo de esta instalación es disponer de unos medios adecuados destinados a atender la demanda de bienestar térmico e higiene a través de las instalaciones de calefacción y agua caliente sanitaria, con objeto de conseguir un uso racional de la energía que consumen, por consideraciones tanto económicas como de protección al medio ambiente, y teniendo en cuenta a la vez que los demás requisitos básicos que deben cumplirse en el edificio, y todo ello durante un periodo de vida económicamente razonable.

Los equipos de producción de agua caliente sanitaria estarán dotados de sistemas de acumulación y los puntos terminales de utilización tendrán unas características tales que eviten el desarrollo de gérmenes patógenos.

Condiciones interiores de bienestar térmico	
Temperatura operativa en verano	23 a 25 °C
Temperatura operativa en invierno	20 a 23 °C
Temperatura de preparación y almacenamiento ACS	60 °C

El diseño y dimensionado de la instalación se hará según el DB HS 4, Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC).

En esta vivienda se proyecta una instalación individual de calefacción mediante radiadores y distribución por colectores, como se puede ver en la documentación gráfica.

Para la red de distribución desde el equipo de producción de calor hasta los elementos se utilizará tubería de polietileno reticulado (PE-X) empotrado en paramento, con aislamiento mediante coquilla flexible de espuma elastomérica. Todas las uniones serán roscadas/soldadas.

Cuando las tuberías atraviesen muros, tabiques o forjados, se recibirá con mortero de cemento un tubo pasamuros de PVC con una holgura mínima de 10 mm y se rellenará con una masilla plástica con el fin de absorber las posibles dilataciones.

En tramos largos se preverá la posibilidad de dilatación con cambios de dirección o elementos adecuados. Todos los elementos de sujeción y guiado que son necesarios disponer permitirán la libre dilatación de la tubería.

El fluido calefactor será agua caliente, adoptándose unas temperaturas de impulsión y retorno a 40°C de temperatura máxima por medio de válvulas y bombas de recirculación al circuito.

Instalación de electricidad

La potencia total prevista a considerar en el cálculo de los conductores de instalaciones de enlace será:

Potencia total prevista por instalación CPM-1: 9,2 kW

Los objetivos de la instalación son el suministro eléctrico en baja tensión para la instalación proyectada, preservar la seguridad de las personas y bienes, asegurar el normal funcionamiento de la instalación, prevenir las perturbaciones en otras instalaciones y servicios, y contribuir a la fiabilidad técnica y a la eficiencia económica de la instalación.

El diseño y el cálculo se harán en base al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, así como las Instrucciones Técnicas Complementarias BT 01 a BT 51.

Descripción y características:

- Acometida
Se dispondrá de una acometida de tipo aéreo-subterránea conforme a la ITC-BT-11.
- Caja general de protección
Las cajas generales de protección (CGP) alojan los elementos de protección de las líneas generales de alimentación y marcan el principio de la propiedad de las instalaciones de los usuarios.
Se situará en el lugar indicado en el Plano de instalación de electricidad, a una altura comprendida entre 0,70 y 1,80 m y con acceso libre a la empresa suministradora.
En el nicho se dejarán previstos los orificios necesarios para alojar los conductos para la entrada de las acometidas subterráneas de la red general, conforme a la ITC-BC-21 para canalizaciones subterráneas.
- Derivación individual
Enlaza la caja general de protección y el equipo de medida con los dispositivos generales de mando y protección. Estará constituida por conductores aislados en el interior de tubos enterrados y/o empotrados expresamente destinado a este fin, conforme a la ITC-BT-15: un conductor de fase y, uno de protección.
Los conductores a utilizar serán de cobre unipolar aislados con dieléctrico de PVC, siendo su tensión asignada 450 – 750 V. Para el caso de alojarse en tubos enterrados el aislamiento de los conductores será de tensión asignada 0,6/1 kV. Los cables serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida.
- Dispositivos Generales e Individuales de Mando y Protección (DGMP-ICP)
Los dispositivos generales de mando y protección junto con el interruptor de control de potencia, se situarán según se especifica en el plano de instalación de electricidad, y a una altura del pavimento comprendida entre 1,40 y 2,00, conforme a la ITC-BT-17.
Se ubicarán en el interior de un cuadro de distribución de donde partirán los circuitos interiores. La envolvente del ICP será precintable y sus características y tipo corresponderán a un modelo oficialmente aprobado.
Los dispositivos generales e individuales de mando y protección proyectados contarán con los siguientes dispositivos de protección: interruptor general automático, interruptor diferencial general, interruptor automático.
- Instalación interior
Los circuitos estarán alojados en tubos independientes, constituidos por un conductor de fase, uno neutro y uno de protección, que partiendo de Cuadro General de Distribución alimentan cada uno de los puntos de utilización de energía eléctrica.
Los conductores a utilizar serán de cobre unipolar aislados con dieléctrico de PVC, siendo su tensión asignada 450-750 V. La instalación se realizará empotrada bajo tubo flexible de PVC corrugado. Los cables serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida.

Se cumplirán las prescripciones aplicables a la instalación en baños y aseos en cuanto a la clasificación de volúmenes, elección e instalación de materiales eléctricos conforme a la ITC-BT-27.

El resto de datos se aportarán en el Anejo 9.

Instalaciones de protección contra incendios

La vivienda dispone de los equipos e instalaciones adecuados para hacer posible la detección, el control y la extinción del incendio, así como la transmisión de la alarma a los ocupantes.

En concreto y de acuerdo a las exigencias establecidas en el DB SI 4 “Instalaciones de protección contra incendios”, se han dispuesto las siguientes dotaciones:

- En el sector vivienda, de uso vivienda unifamiliar: Extintores portátiles adecuado a la clase de fuego prevista, con la eficacia mínima exigida según DB SI 4.

Instalación solar térmica

El objetivo es disponer de los medios adecuados para que una parte de las necesidades energéticas derivadas de la demanda de agua caliente sanitaria se cubra mediante la incorporación de sistemas de captación, almacenamiento y utilización de energía solar de baja temperatura adecuada a la radiación solar global del emplazamiento y a la demanda de agua caliente de la vivienda.

El diseño y dimensionado de la instalación se hará según el DB HE 4, Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios RITE, y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITE, se adjuntan en el Anejo 5.

Se proyecta un sistema formado por un captador solar térmico, de Saunier Duval, de 2,327 m² de superficie útil total para montaje sobre estructura portante dispuesta explícitamente para tal fin, y el resto de los componentes en el interior de la vivienda. Existe un edificio y un elemento colindante que podría proyectar sombras por tanto se ha tenido en cuenta para la situación y el diseño del captador. En el plano de instalación solar térmica se puede ver el esquema general.

El fluido circulante será agua con anticongelante con las especificaciones del fabricante de los captadores.

La capacidad del acumulador será de 250 l, e irá instalado en el armario de instalaciones, junto con la caldera, en la planta semisótano.

Para asegurar la continuidad en el abastecimiento de la demanda térmica se dispondrá de un equipo de producción de calor convencional auxiliar, que sólo entrará en funcionamiento cuando con el aporte solar no se cubran las necesidades previstas, este tipo de energía auxiliar será el gasóleo.

EQUIPAMIENTO

Definición de baños, aseos, cocina y otros equipamientos:

- Aseos: Tenemos dos, uno en planta semisótano y otro en la primera planta, ambos equipados con un lavabo y un inodoro.
- Baños: Habrá uno en la primera planta y otro en la planta bajo cubierta, el de la primera planta estará equipado con una ducha, un inodoro, bidé, lavabo, lavadora y se dejará hecha la instalación de una secadora. El baño de la planta bajo cubierta irá equipado con una ducha, inodoro, lavabo y bidé.
- Cocina: Estará compuesto por los siguientes electrodomésticos; placa de inducción, campana extractora de isla, lavavajillas y frigorífico con congelador. Dispondrá además de un contenedor de reciclaje integrado en el mobiliario.

URBANIZACIÓN

Cierre perimetral

La parcela ya dispone de cierre perimetral con muro de mampostería, se repararán las zonas dañadas.

CUMPLIMIENTO CTE Y OTROS REGLAMENTOS

CUMPLIMIENTO CTE

Se aplicará dicha norma según lo dispuesto en las disposiciones generales, dado que se trata del proyecto de una obra de rehabilitación, por lo que debe satisfacer los siguientes requisitos básicos:

DOCUMENTO BÁSICO	CAPÍTULO	APLICACIÓN	ANEJO
DB – SE: Seguridad estructural	SE: Bases de cálculo	Aplicable	Anejo 1
	SE- AE: Acciones en la edificación	Aplicable	
	SE- C: Cimientos	No aplicable	
	SE- A: Acero	Aplicable	
	SE- F: Fábrica	No aplicable	
	SE- M: Madera	Aplicable	
DB – SI: Seguridad en caso de incendio	SI 1: Propagación interior	Aplicable	Anejo 2
	SI 2: Propagación exterior	No aplicable	
	SI 3: Evacuación ocupantes	Aplicable	
	SI 4: Instalaciones de protección	Aplicable	
	SI 5: Intervención de bomberos	Aplicable	
	SI 6: Resistencia al fuego de la estructura	Aplicable	
DB – SUA: Seguridad de utilización y accesibilidad	SUA 1: Seguridad frente al riesgo de caídas	Aplicable	Anejo 3
	SUA 2: Seguridad frente al riesgo de impacto o atrapamiento	Aplicable	
	SUA 3: Seguridad frente al riesgo de aprisionamiento	Aplicable	
	SUA 4: Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada	No aplicable	
	SUA 5: Seguridad frente al riesgo causado por situaciones con alta ocupación	No aplicable	
	SUA 6: Seguridad frente al riesgo de ahogamiento	No aplicable	
	SUA 7: Seguridad frente al riesgo causado por vehículos en movimiento	No aplicable	
	SUA 8: Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo	No aplicable	
	SUA 9: Accesibilidad	Aplicable	

DB – HS: Salubridad	HS 1: Protección contra la humedad	Aplicable	Anejo 4
	HS 2: Recogida y evacuación de residuos	No aplicable	
	HS 3: Calidad de aire interior	No aplicable	
	HS 4: Suministro de agua	Aplicable	
	HS 5: Evacuación de aguas	Aplicable	
DB – HE: Ahorro de energía	HE 0: Limitación consumo energético	No aplicable	Anejo 5
	HE 1: Limitación de demanda energética	No aplicable	
	HE 2: Rendimiento de las instalaciones térmicas	Aplicable	
	HE 3: Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación	No aplicable	
	HE 4: Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria	Aplicable	
	HE 5: Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica	No aplicable	
DB – HR: Protección frente al ruido		Aplicable	Anejo 6

OTROS REGLAMENTOS

REGLAMENTO	APLICACIÓN	ANEJO
ITC (Infraestructuras Comunes de Telecomunicaciones)	No aplicable	Anejo 7
RITE (Reglamento de Instalaciones Térmicas de los edificios)	Aplicable	Anejo 8
REBT (Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión)	Aplicable	Anejo 9
Normas de habitabilidad de Galicia	Aplicable	Anejo 10

ANEJOS

ANEJO 1. SEGURIDAD ESTRUCTURAL (DB SE)

Se establecen los principios y los requisitos relativos a la resistencia mecánica y la estabilidad del edificio, así como la aptitud al servicio, incluyendo su durabilidad. Describe las bases y los principios para el cálculo de las mismas. La ejecución, la utilización, la inspección y el mantenimiento se tratan en la medida en la que afectan a la elaboración del proyecto.

SE I. RESISTENCIA Y ESTABILIDAD

Generalidades

La comprobación estructural de un edificio requiere:

- Determinar las situaciones de dimensionado que resulten determinantes.
- Establecer las acciones que deben tenerse en cuenta y los modelos adecuados para la estructura.
- Realizar el análisis estructural, aportando métodos de cálculo adecuados a cada problema.
- Verificar que, para las situaciones de dimensionado correspondientes, no se sobrepasan los estados límite.

Las situaciones de dimensionado deben englobar todas las condiciones y circunstancias previsibles durante la ejecución y la utilización de la obra, teniendo en cuenta la diferente probabilidad de cada una. Para cada situación de dimensionado, se determinarán las combinaciones de acciones que deban considerarse.

Las situaciones de dimensionado se clasifican en:

- Persistentes, que se refieren a condiciones normales de uso.
- Transitorias, que se refieren a unas condiciones aplicables durante un tiempo limitado.
- Extraordinarias, que se refieren a unas condiciones excepcionales en las que se puede encontrar, o a las que puede estar expuesto el edificio (acciones accidentales).

Estados límite

Se denominan estados límite a aquellas situaciones para las que, de ser superadas, puede considerarse que el edificio no cumple alguno de los requisitos estructurales para los que ha sido concebido.

1. Estados límite últimos

Éstos son, los que de ser superados, constituyen un riesgo para las personas, ya sea porque producen una puesta fuera de servicio del edificio o el colapso total o parcial del mismo.

Son debidos a una pérdida del equilibrio del edificio (o parte estructuralmente independiente) o bien por fallo por deformación excesiva, transformando la estructura o parte de ella en un mecanismo, rompiendo los elementos estructurales o sus uniones, o inestabilidad de los elementos por efectos dependientes del tiempo.

2. Estados límite de servicio

Son los que, de ser superados, afectan al confort y al bienestar de los usuarios o de terceras personas, al correcto funcionamiento del edificio o de la apariencia de la construcción.

Como estados límite de servicio deben considerarse los relativos a:

- Deformaciones, que afecten a la apariencia de la obra, al confort de los usuarios, o al funcionamiento de equipos e instalaciones.
- Las vibraciones que causen una falta de confort de las personas o que afecten a la funcionalidad de la obra.
- Los daños o el deterioro que puedan afectar desfavorablemente la apariencia, la durabilidad o la funcionalidad de la obra.

Clasificación de las acciones

Por su variación en el tiempo:

- Acciones permanentes (G) : son aquellas de magnitud y presión constantes, es decir, siempre están y siempre valen lo mismo. Son el peso propio, el pretensado y los empujes del terreno.
- Acciones variables (Q): son aquellas que pueden variar la magnitud y/o la posición, estas pueden ser sobrecarga de uso, eólicas, térmicas, ect.
- Acciones accidentales (A): aquellas cuya posibilidad de ocurrencia es pequeña, tales como sismo, incendio, etc.

Por su naturaleza: Pueden ser directas o indirectas

Por su variación espacial: Fijas (como por ejemplo el peso propio) o libres (como por ejemplo la sobrecarga de uso).

Por la respuesta estructural: Pueden ser estáticas o dinámicas.

Combinación de acciones

El valor de cálculo de los efectos de las acciones correspondientes a una situación persistente o transitoria, se determina mediante combinaciones de acciones a partir de la expresión:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{Q,i} \cdot Q_{k,i}$$

Considerando la actuación simultánea de:

- Todas las acciones permanentes en valor de cálculo ($\gamma_G \cdot G_k$)
- Una acción variable cualquiera, en valor de cálculo ($\gamma_G \cdot Q_k$) debiendo adoptarse como tal una tras otra sucesivamente en distintos análisis
- El resto de las acciones variables, en valor de cálculo de combinación ($\gamma_G \cdot \psi_0 \cdot Q_k$)

Los valores de los coeficientes de seguridad, γ , se establecen en la tabla 4.1 para cada tipo de acción, atendiendo para comprobaciones de resistencia a si su efecto es favorable o desfavorable, considerada globalmente.

Tabla 4.1 Coeficientes parciales de seguridad (γ) para las acciones

Tipo de verificación ⁽¹⁾	Tipo de acción	Situación persistente o transitoria	
		desfavorable	favorable
Resistencia	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,35	0,80
	Empuje del terreno	1,35	0,70
	Presión del agua	1,20	0,90
	Variable	1,50	0
Estabilidad		desestabilizadora	estabilizadora
	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,10	0,90
	Empuje del terreno	1,35	0,80
	Presión del agua	1,05	0,95
	Variable	1,50	0

⁽¹⁾ Los coeficientes correspondientes a la verificación de la resistencia del terreno se establecen en el DB-SE-C

Los valores de los coeficientes de simultaneidad, se establecen en la tabla 4.2

Tabla 4.2 Coeficientes de simultaneidad (ψ)

	ψ_1	ψ_2	ψ_3
Sobrecarga superficial de uso (Categorías según DB-SE-AE)			
• Zonas residenciales (Categoría A)	0,7	0,5	0,3
• Zonas administrativas (Categoría B)	0,7	0,5	0,3
• Zonas destinadas al público (Categoría C)	0,7	0,7	0,6
• Zonas comerciales (Categoría D)	0,7	0,7	0,6
• Zonas de tráfico y de aparcamiento de vehículos ligeros con un peso total inferior a 30 kN (Categoría E)	0,7	0,7	0,6
• Cubiertas transitables (Categoría F)	⁽¹⁾		
• Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento (Categoría G)	0	0	0
Nieve			
• para altitudes > 1000 m	0,7	0,5	0,2
• para altitudes ≤ 1000 m	0,5	0,2	0
Viento	0,6	0,5	0
Temperatura	0,6	0,5	0
Acciones variables del terreno	0,7	0,7	0,7

⁽¹⁾ En las cubiertas transitables, se adoptarán los valores correspondientes al uso desde el que se accede.

SE 2. APTITUD AL SERVICIO

Deformaciones

Flechas

Cuando se considere la integridad de los elementos constructivos, se admite que la estructura horizontal de un piso o cubierta es suficientemente rígida si, para cualquiera de sus piezas, ante cualquier combinación de acciones característica, considerando sólo las deformaciones que se producen después de la puesta en obra del elemento, la flecha relativa es menor que:

- $L/500$ en pisos con tabiques frágiles o pavimentos rígidos sin juntas
- $L/400$ en pisos con tabiques ordinarios o pavimentos rígidos con juntas
- $L/300$ en el resto de casos

Cuando se considere el confort de los usuarios, se admite que la estructura horizontal de un piso o cubierta es suficientemente rígida si, para cualquiera de sus piezas, ante cualquier combinación de acciones característica, considerando solamente las acciones de corta duración, la flecha relativa, es menos que $L/350$.

Cuando se considere la apariencia de la obra, se admite que la estructura horizontal de un piso o cubierta es suficientemente rígida si, para cualquiera de sus piezas, ante cualquier combinación de acciones casi permanente, la flecha relativa es menos que $L/300$.

Las condiciones deben verificarse entre dos puntos cualesquiera de la planta, tomando como luz el doble de la distancia entre ellos. En general, será suficiente realizar dicha comprobación en dos direcciones ortogonales.

En los casos en que los elementos dañables reaccionaran de manera sensible frente a las deformaciones de la estructura portante, además de la limitación de las deformaciones se adoptarán medidas constructivas apropiadas para evitar daños. Estas medidas resultan particularmente indicadas si dichos elementos tienen un comportamiento frágil.

SE AE. ACCIONES DE LA EDIFICACIÓN

Acciones permanentes

El peso propio a tener en cuenta es el de los elementos estructurales, cerramientos y elementos separadores, la tabiquería, todo tipo de carpinterías, revestimientos y equipo fijo.

El valor característico del peso propio de los elementos constructivos, se determinará, en general, como su valor medio obtenido a partir de las dimensiones nominales y de los pesos específicos medios.

En el caso de tabiques ordinarios cuyo peso por metro cuadrado no sea superior a $1,2 \text{ KN/m}^2$ y cuya distribución en planta sea sensiblemente homogénea, su peso propio podrá asimilarse a una carga equivalente uniforme citado más de un incremento local, se valor

igual al exceso de peso del tabique respecto a 1,2 kN por m² de alzado. En general, en viviendas bastará considerar como peso propio de la tabiquería 1,0 kN/m² de superficie construida.

El peso de las fachadas y elementos de compartimentación pesados, tratados como acción local, se asignará como carga a aquellos elementos que inequívocamente vayan a soportarlos, teniendo en cuenta, en su caso, la posibilidad de reparto a elementos adyacentes y los efectos de arcos de descarga. En caso de continuidad con plantas inferiores, debe considerarse, del lado de la seguridad del elemento, que la totalidad de su peso gravita sobre sí mismo.

El valor característico del peso propio de los equipos e instalaciones fijas, tales como calderas colectivas, transformadores, aparatos de elevación, o torres de refrigeración, debe definirse de acuerdo con los valores aportados por los suministradores.

Acciones variables

Sobrecarga de uso: es el peso de todo lo que puede gravitar sobre el edificio por razón de su uso.

- Valores: Por lo general los efectos de la sobrecarga de uso pueden simularse por la aplicación de una carga distribuida uniformemente. De acuerdo con el uso que sea fundamental en cada zona del mismo, como valores característicos se adoptarán los de la Tabla 3.1.

Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m ²]	Carga concentrada [kN]
A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en, hospitales y hoteles	2	2
		A2	Trasteros	3	2
B	Zonas administrativas			2	2
C	Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D)	C1	Zonas con mesas y sillas	3	4
		C2	Zonas con asientos fijos	4	4
		C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc.	5	4
		C4	Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas	5	7
		C5	Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc)	5	4
D	Zonas comerciales	D1	Locales comerciales	5	4
		D2	Supermercados, hipermercados o grandes superficies	5	7
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)			2	20 ⁽¹⁾
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente ⁽²⁾			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación ⁽³⁾	G1 ⁽⁷⁾	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 ⁽⁴⁾⁽⁶⁾	2
			Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) ⁽⁵⁾	0,4 ⁽⁴⁾	1
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

- (13) Deben descomponerse en dos cargas concentradas de 10 kN separadas entre sí 1,8 m. Alternativamente dichas cargas se podrán sustituir por una sobrecarga uniformemente distribuida en la totalidad de la zona de 3,0 kN/m² para el cálculo de elementos secundarios, como nervios o viguetas, doblemente apoyados, de 2,0 kN/m² para el de losas, forjados reticulados o nervios de forjados continuos, y de 1,0 kN/m² para el de elementos primarios como vigas, ábacos de soportes, soportes o zapatas.
- (14) En cubiertas transitables de uso público, el valor es el correspondiente al uso de la zona desde la cual se accede.
- (15) Para cubiertas con un inclinación entre 20° y 40°, el valor de q_k se determina por interpolación lineal entre los valores correspondientes a las subcategorías G1 y G2.
- (16) El valor indicado se refiere a la proyección horizontal de la superficie de la cubierta.
- (17) Se entiende por cubierta ligera aquella cuya carga permanente debida únicamente a su cerramiento no excede de 1 kN/m².
- (18) Se puede adoptar un área tributaria inferior a la total de la cubierta, no menor que 10 m² y situada en la parte más desfavorable de la misma, siempre que la solución adoptada figure en el plan de mantenimiento del edificio.
- (19) Esta sobrecarga de uso no se considera concomitante con el resto de acciones variables.

En porches, aceras y espacios de tránsito situados sobre un elemento portante o sobre un terreno que desarrolla empujes sobre otros elementos estructurales, se considerará una sobrecarga de uso de 1 kN/m² si se trata de espacios privados.

Acciones sobre barandillas

La estructura propia de las barandillas, petos, antepechos o quitamiedos de terrazas, miradores, balcones o escaleras deben resistir una fuerza horizontal, uniformemente distribuida, y cuyo valor característico se obtendrá de la tabla 3.3. La fuerza se considerará aplicada a 1,2 m o sobre el borde superior del elemento, si éste está situado a menos altura.

Tabla 3.3 Acciones sobre las barandillas y otros elementos divisorios

Categoría de uso	Fuerza horizontal [kN/m]
C5	3,0
C3, C4, E, F	1,6
Resto de los casos	0,8

Los elementos divisorios, tales como tabiques, deben soportar una fuerza horizontal mitad a la definida en la tabla 3.3, según el uso a cada lado del mismo.

Viento

La distribución y el valor de las presiones que ejerce el viento sobre un edificio y las fuerzas resultantes depende de la forma y de las dimensiones de la construcción, de las características y de la permeabilidad de su superficie, así como la dirección, de la intensidad y del racheo del viento.

La acción del viento, en general una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto, o presión estática, q_e , puede expresarse como:

$$q_e = q_b \cdot C_e \cdot C_p$$

Siendo:

q_b la presión dinámica del viento. De forma simplificada, como valor en cualquier punto del territorio español, puede adoptarse 0,5 kN/m². En el Anejo D pueden observarse valores más precisos.

- c_e el coeficiente de exposición, variable con la altura del punto considerado, en función del grado de aspereza del entorno donde se encuentra ubicada la construcción. En edificios urbanos de hasta 8 plantas puede tomarse un valor constante, independiente de la altura, de 2,0.
- c_p el coeficiente eólico o de presión, dependiente de la forma y orientación de la superficie respecto al viento, y en su caso, de la situación del punto respecto a los bordes de esa superficie; un valor negativo indica succión.

Los edificios se comprobarán ante la acción del viento en todas las direcciones, aunque generalmente bastará la consideración en dos sensiblemente horizontales.

Nieve

La distribución y la intensidad de la carga de nieve sobre un edificio, o en particular sobre una cubierta, depende del clima del lugar, del tipo de precipitación, del relieve del entorno, de la forma del edificio o de la cubierta, de los efectos del viento, y de los intercambios térmicos en los paramentos exteriores.

Los modelos de carga de este apartado sólo cubren los casos del depósito natural de la nieve.

Determinación de la carga

Como valor de carga de nieve por unidad de superficie en proyección horizontal, q_n , puede tomarse:

$$q_n = \mu \cdot s_k$$

Siendo:

μ Coeficiente de forma de la cubierta

s_k El valor característico de la carga de nieve sobre un terreno horizontal (tabla adjunta)

Tabla 3.8 Sobrecarga de nieve en capitales de provincia y ciudades autónomas

Capital	Altitud m	s_k kN/m ²	Capital	Altitud m	s_k kN/m ²	Capital	Altitud m	s_k kN/m ²
Albacete	690	0,6	Guadalajara	680	0,6	Pontevedra	0	0,3
Alicante / Alacant	0	0,2	Huelva	0	0,2	Salamanca	780	0,5
Almería	0	0,2	Huesca	470	0,7	SanSebas-	0	0,3
Ávila	1.130	1,0	Jaén	570	0,4	tián/Donostia	0	0,3
Badajoz	180	0,2	León	820	1,2	Santander	1.000	0,7
Barcelona	0	0,4	Lérida / Lleida	150	0,5	Segovia	10	0,2
Bilbao / Bilbo	0	0,3	Logroño	380	0,6	Sevilla	1.090	0,9
Burgos	890	0,6	Lugo	470	0,7	Soria	0	0,4
Cáceres	440	0,4	Madrid	660	0,6	Tarragona	0	0,2
Cádiz	0	0,2	Málaga	40	0,2	Tenerife	650	0,9
Castellón	0	0,2	Murcia	130	0,2	Teruel	550	0,5
Ciudad Real	100	0,6	Orense / Ourense	230	0,4	Toledo	0	0,2
Córdoba	0	0,2	Oviedo	740	0,5	Valencia/València	690	0,2
Coruña / A Coruña	1.010	0,3	Palencia	0	0,4	Valladolid	520	0,4
Cuenca	70	1,0	Palma de Mallorca	0	0,2	Vitoria / Gasteiz	650	0,7
Gerona / Girona	690	0,4	Palmas, Las	0	0,2	Zamora	210	0,4
Granada	690	0,5	Pamplona/Iruña	450	0,7	Zaragoza	0	0,5
						Ceuta y Melilla		0,2

El peso específico de la nieve acumulada es muy variable, pudiendo adoptarse $1,2 \text{ KN/m}^3$ para la recién caída, 2 KN/m^3 para la prensada o empapada, y 4 KN/m^3 para la mezclada con granito.

Coeficiente de forma: el espesor de la capa de nieve puede ser diferente en cada faldón, por ello se aplicarán una serie de normas para su determinación.

En un faldón limitado inferiormente por cornisas o limatesas, y en el que no hay impedimento al deslizamiento de la nieve, el coeficiente de forma tiene el valor de 1 para cubiertas con inclinación menos o igual que 30° y 0 para cubiertas con inclinación mayor o igual a 60° . Si hay impedimento, se tomará $\mu = 1$ sea cual sea la inclinación.

En un faldón que limita inferiormente con una limahoya, lo que supone un impedimento al deslizamiento de la nieve, se distinguen dos casos:

- Si el faldón sucesivo está inclinado en el mismo sentido, como coeficiente de forma del de encima se tomará el correspondiente a la inclinación del de debajo en una anchura de 2 m.
- Si está inclinado en sentido contrario, y la semisuma de las inclinaciones, β , es mayor de 30° , el coeficiente de forma de ambos será de 2,0; en otro caso será $\mu = 1 + \beta/30^\circ$ en una anchura de 2 m.

SE A. ACERO

Los aceros considerados en este DB son los establecidos en la norma UNE EN 10025 (Productos laminados en caliente de acero no aleado, para construcciones metálicas de uso general) en cada una de las partes que la componen, cuyas características se resumen:

DESIGNACIÓN	Espesor nominal t (mm)				Temperatura del ensayo Charpy °C
	Tensión de límite elástico f_y (N/mm ²)		Tensión de rotura f_u (N/mm ²)		
	t ≤ 16	16 < t ≤ 40	40 < t ≤ 63	3 ≤ t ≤ 100	
S235JR					20
S235J0	235	225	215	360	0
S235J2					-20
S275JR					20
S275J0	275	265	255	410	0
S275J2					-20
S355JR					20
S355J0	355	345	335	470	0
S355J2					-20
S355K2					-20 ⁽¹⁾
S450J0	450	430	410	550	0

Se define la resistencia de cálculo f_{yd} , al cociente de la tensión de límite elástico (f_y) y el coeficiente de seguridad del material (γ_m).

Estados límite últimos

Debe verificarse la resistencia de los elementos a través de la comprobación de:

- Resistencia de las secciones a tracción: Como resistencia de las secciones a tracción, $N_{t,Rd}$, puede emplearse la plástica de la sección bruta sin superar la última de la sección neta:

$$N_{t,Rd} \leq N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$$N_{t,Rd} \leq N_{u,Rd} = 0,9 \cdot A_{neto} \cdot f_{ud}$$

- Resistencia de las secciones a flexión: Debe cumplirse la condición de $\sigma_{xd} < f_{yd}$

$$\sigma_{xd} = \frac{M_{yed}}{I_y} \times Z_{max}$$

Siendo:

M_{yed}	Momento de cálculo
I_y	Inercia en el eje y
$Z_{máx}$	Distancia del eje a la parte más alejada

- Resistencia de las acciones a esfuerzos cortantes: el esfuerzo cortante V_{ed} será menor que la resistencia de las secciones a cortante, $V_{c,Rd}$, que, en ausencia de torsión, será igual a la resistencia plástica.

$$V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

Siendo:

A_v	Área eficaz
-------	-------------

SE M. MADERA

Propiedades de los materialesClases de servicio

Cada elemento estructural considerado debe asignarse a una de las clases de servicio definidas a continuación, en función de las condiciones ambientales previstas:

- Clase de servicio 1: Se caracteriza por un contenido de humedad en la madera correspondiente a una temperatura de $20 \pm 2^\circ\text{C}$ y una humedad relativa del aire que sólo exceda del 65% unas pocas semanas al año.
- Clase de servicio 2: Se caracteriza por un contenido de humedad en la madera correspondiente a una temperatura de $20 \pm 2^\circ\text{C}$ y una humedad relativa del aire que sólo exceda del 85% unas pocas semanas al año.
- Clase de servicio 3: Condiciones ambientales que conduzcan a un contenido de humedad superior al de la clase de servicio 2.

En la clase de servicio 1 la humedad del equilibrio higroscópico media en la mayoría de las coníferas no excede el 12%. En esta clase se encuentran en general, las estructuras expuestas a un ambiente interior.

En la clase de servicio 2 la humedad de equilibrio higroscópico media en la mayoría de las coníferas no excede del 20%. En esta clase se encuentra, en general, las estructuras de madera a cubierto, pero abiertas y expuestas al ambiente exterior, como es el caso de los cobertizos y viseras.

En la clase de servicio 3 la humedad de equilibrio higroscópico media en la mayoría de las coníferas excede del 20%. En esta clase se encuentran, en general, las estructuras de madera expuestas a un ambiente exterior sin cubrir.

Valor de cálculo de las propiedades del material

El valor de cálculo, X_d , de una propiedad del material (resistencia) se define como:

$$X_d = k_{mod} \cdot \left(\frac{X_k}{\gamma_M} \right)$$

- Siendo:
- X_k valor característico de la propiedad del material
 - γ_M coeficiente parcial de seguridad para la propiedad del material definido en la tabla 2.3
 - k_{mod} factor de modificación, cuyos valores figuran en la tabla 2.4 teniendo en cuenta, previamente, la clase de duración de la combinación de carga.

Tabla 2.3 Coeficientes parciales de seguridad para el material, γ_M .

Situaciones persistentes y transitorias:	
- Madera maciza	1,30
- Madera laminada encolada	1,25
- Madera microlaminada, tablero contrachapado, tablero de virutas orientadas	1,20
- Tablero de partículas y tableros de fibras (duros, medios, densidad media, blandos)	1,30
- Uniones	1,30
- Placas clavo	1,25
Situaciones extraordinarias:	1,0

Materiales

Madera maciza: dentro de ésta se incluye la madera aserrada y la madera de rollizo.

La madera aserrada, para su uso en estructuras, estará clasificada quedando asignada a una clase resistente, siendo las posibles:

- Para coníferas y chopo: C14, C16, C18, C20, C22, C24, C27, C30, C35, C40, C45 Y C50
- Para frondosas: D30, D35, D40, D50, D60 Y D70

En las cuales los números indican el valor de la resistencia característica a flexión $f_{m,k}$, expresada en N/mm^2 .

Estado límite último

Este apartado se aplica a la comprobación de solicitaciones en piezas de sección constante de madera maciza, laminada y productos estructurales derivados de la madera con la dirección de las fibras sensiblemente paralela a su eje axial.

Comprobaciones

Se determinan unas condiciones determinadas dependiendo de las solicitaciones del elemento, siendo alguna de ellas:

- Compresión uniforme paralela a la fibra $\sigma_{c,0,d} \leq f_{c,0,d}$
 Siendo $\sigma_{c,0,d}$ Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra
 $f_{m,d}$ Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra
- Flexión simple $\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$
 Siendo $\sigma_{m,d}$ Tensión de cálculo a flexión
 $f_{m,d}$ Resistencia de cálculo a flexión
- Flexión esviada $\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$
 Siendo $\sigma_{m,y,d}$ Tensión de cálculo a flexión respecto al eje principal
 $f_{m,y,d}$ Resistencia de cálculo a flexión del eje principal x
 $\sigma_{m,z,d}$ Tensión de cálculo a flexión respecto al eje z
 $f_{m,z,d}$ Resistencia de cálculo a flexión del eje z
 $k_m=0,7$ Para secciones rectangulares de madera maciza
- Cortante $\tau_d \leq f_{v,d}$
 Siendo τ_d Tensión de cálculo a cortante
 $F_{v,d}$ Resistencia de cálculo a cortante (corte paralelo)

Para la comprobación de cortante de piezas en flexión, debería tenerse en cuenta la influencia de las fendas utilizando un ancho eficaz de la pieza b_{ef} , definido por la expresión: $b_{ef} = k_{cr} b$

Siendo b Ancho de la sección correspondiente de la pieza
 $K_{cr}=0,67$ Para la madera maciza

- Flexión y tracción axial combinadas $\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$
 $\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$

Siendo $\sigma_{c,0,d}$ Tensión de cálculo a compresión paralela

$F_{c,0,d}$	Resistencia de cálculo a compresión paralela
$\sigma_{m,y,d}$	Tensión de cálculo a flexión respecto al eje y
$f_{m,y,d}$	Resistencia de cálculo a flexión del eje y
$\sigma_{m,z,d}$	Tensión de cálculo a flexión respecto al eje z
$f_{m,z,d}$	Resistencia de cálculo a flexión respecto del eje z
k_m	Factor definido en el apartado 6.1.7

- Flexión y compresión axial combinada

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

Siendo	$\sigma_{c,0,d}$	Tensión de cálculo a compresión paralela
	$F_{c,0,d}$	Resistencia de cálculo a compresión paralela
	$\sigma_{m,y,d}$	Tensión de cálculo a flexión respecto al eje y
	$f_{m,y,d}$	Resistencia de cálculo a flexión del eje y
	$\sigma_{m,z,d}$	Tensión de cálculo a flexión respecto al eje z
	$f_{m,z,d}$	Resistencia de cálculo a flexión respecto del eje z
	k_m	Factor definido en el apartado 6.1.7

CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA

Se procurará en la medida de lo posible disponer un tipo de estructura similar a la estructura actual siendo sustituida en su totalidad a causa del estado de deterioro, por elementos con resistencia igual o superior al elemento que sustituyen.

El sistema estructural utilizado estará formado a base de entramados de vigas y viguetas, y en cubierta pares, viga de cumbrera y correas de madera de castaño, de clase resistente D50.

ELEMENTOS ESTRUCTURALES

Forjados

En el caso de los forjados, la carga que soportan se transmitirá a las viguetas, estando éstas separadas un máximo de 1,87 m (en el mayor de los casos). A su vez, la vigueta transmite la carga a la viga, que se apoya en los muros de carga. La unión entre la vigueta y viga se realiza mediante elementos de conexión o herrajes de acero galvanizado de perfil oculto, que tendrán que tener una resistencia suficiente para soportar la carga transmitida.

Cubierta

La estructura de cubierta está compuesta por una viga cumbrera, cuatro pares y correas en perpendicular a cada alero diferente.

COMPROBACIÓN DE ELEMENTOS

COMPROBACIÓN MANUAL DE UNA VIGA DEL FORJADO DE LA PLANTA SEMISÓTANO

1. Comprobación Estado límite último

Materiales	Espesor	Carga superficial	Tabla
Panel sandwich	7 cm	0,020 KN/m ²	Catálogo comercial Thermochip
Viguetas 10x18 cm	18 cm	$\frac{7,5 \times 0,10 \times 0,18}{0,70} = 0,193 \text{ KN/m}^2$	DB SE M E.2
Vigas 22x44 cm	44 cm	$\frac{7,5 \times 0,22 \times 0,44}{1,65} = 0,44 \text{ KN/m}^2$	DB SE M E.2
		TOTAL = 0,653 KN/m ²	

Datos:

$$G = 0,653 \text{ KN/m}^2 + 1 \text{ KN/m}^2 = 1,653 \text{ KN/m}^2$$

$$Q_u = 2 \text{ KN/m}^2 \quad (\text{Tabla 3.1 DB SE AE})$$

1ª Combinación: P. Duración permanente. Kmod = 0,6

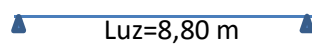
$$G_D = G_K \times Y_G = 1,653 \times 1,35 = 2,23 \text{ KN/m}^2 \quad 2,23/0,6 = 3,72$$

2ª Combinación: P + U. Duración media. Kmod = 0,8

$$Q_D = G_K \times Y_G + Q_{u,K} \times Y_Q = 1,653 \times 1,35 + 2 \times 1,50 = 5,23 \text{ KN/m}^2$$

$$5,23/0,8 = 6,54$$

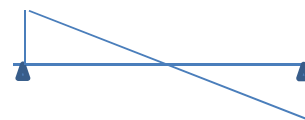
VIGA (2ª Combinación)



$$G_D = 5,23 \text{ KN/m}^2 \times 1,65 \text{ m} = 8,63 \text{ KN/m}$$



$$Q \cdot L^2 / 8 = 83,54 \text{ KN} \cdot \text{m}$$



$$Q \cdot L / 2 = 37,97 \text{ KN}$$

Verificar a flexión (art. 6.1.6)

$$\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$$

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_{y,ed}}{W_y}$$

$$M_{y,ed} = 83,54 \text{ KN}\cdot\text{m} = 83,54 \times 10^6 \text{ N}\cdot\text{mm}$$

$$W_y = \frac{b \times h^2}{6} = 7.098.666,67 \text{ mm}^3$$

$$\left. \begin{array}{l} M_{y,ed} = 83,54 \text{ KN}\cdot\text{m} = 83,54 \times 10^6 \text{ N}\cdot\text{mm} \\ W_y = \frac{b \times h^2}{6} = 7.098.666,67 \text{ mm}^3 \end{array} \right\} \sigma_{m,d} = 83,54 \times 10^6 / 7.098.666,67 = 11,76 \text{ N/mm}^2$$

$$F_{m,d} = k_{mod} \times \frac{f_{mk}}{\gamma_m} = 0,8 \times \frac{50}{1,30} = 30,77 \text{ N/mm}^2 \quad \Rightarrow \text{CUMPLE}$$

Verificar a corte (art. 6.1.8)

$$\tau_d \leq f_{v,d} \quad \tau_d = \frac{3 \times V_{ed}}{2 \times K_{cr} \times A}$$

$$V_{ed} = 37,97 \text{ KN} = 37970 \text{ N}$$

$$K_{cr} = 0,67 \text{ (Madera maciza)}$$

$$A = 220 \times 440 = 96.800 \text{ mm}^2$$

$$\left. \begin{array}{l} V_{ed} = 37,97 \text{ KN} = 37970 \text{ N} \\ K_{cr} = 0,67 \text{ (Madera maciza)} \\ A = 220 \times 440 = 96.800 \text{ mm}^2 \end{array} \right\} \tau_d = \frac{3 \times 37970}{2 \times 0,67 \times 96800} = 0,88 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,d} = k_{mod} \times \frac{f_{vk}}{\gamma_m} = 0,8 \times \frac{4}{1,30} = 2,46 \text{ N/mm}^2 \quad \Rightarrow \text{CUMPLE}$$

2.Comprobación Estado límite de servicio

$$G_k = 1,653 \times 1,65 = 2,72 \text{ KN/m}$$

$$Q_{uk} = 2 \times 1,65 = 3,30 \text{ KN/m}$$

$$f = \frac{5 \times Q \times L^4}{384 \times E \times I} + \frac{1,2 \times Q \times L^2}{8 \times G \times A}$$

$$L = 8800 \text{ mm}$$

$$E = 11000 \text{ N/mm}^2$$

$$I = b \times h^3 / 12 = 220 \times 440^3 / 12 = 1.561,70 \times 10^6 \text{ mm}^4$$

$$G = 0,88 \text{ KN/mm}^2 = 880 \text{ N/mm}^2$$

$$A = 220 \times 440 = 96800 \text{ mm}^2$$

$$\left. \begin{array}{l} L = 8800 \text{ mm} \\ E = 11000 \text{ N/mm}^2 \\ I = b \times h^3 / 12 = 220 \times 440^3 / 12 = 1.561,70 \times 10^6 \text{ mm}^4 \\ G = 0,88 \text{ KN/mm}^2 = 880 \text{ N/mm}^2 \\ A = 220 \times 440 = 96800 \text{ mm}^2 \end{array} \right\} f_i = 4,53Q + 0,12Q = 4,65Q$$

$$f_{iG} = 4,65 \times 2,72 = 12,64 \text{ mm}$$

$$f_{iU} = 4,65 \times 3,30 = 15,34 \text{ mm}$$

$$f_{difG} = f_{iG} \times \psi_{2G} \times K_{def} = 12,64 \times 1 \times 0,6 = 7,58 \text{ mm}$$

$$f_{difU} = f_{iU} \times \psi_{2U} \times K_{def} = 15,34 \times 0,3 \times 0,6 = 2,76 \text{ mm}$$

Combinación característica. Integridad de los elementos constructivos

$$F_T = F_{iG} + F_{iU} + F_{difG} + F_{difU} = 12,64 + 15,34 + 7,58 + 2,76 = 38,32 \text{ mm}$$

$$F_{act} \leq L/400 \longrightarrow 8800/400 = 22 \text{ mm} \quad F_{act} = F_T - F_1$$

$$F_1 = \% \text{ Cargas anteriores a la puesta en obra del elemento constructivo} = 16,47 \text{ mm}$$

$$F_{act} = 38,32 - 16,47 = 21,85 \text{ mm} \quad \Rightarrow \text{CUMPLE}$$

Combinación casi permanente. Apariencia de la obra

$$F_T = F_{iG} + F_{iU} \times \psi_{2,U} + F_{difG} + F_{difU} = 12,64 + 15,34 \times 0,3 + 7,58 + 2,76 = 27,58 \text{ mm}$$

$$F_{act} \leq L/300 \quad 8800/300 = 29,33 \text{ mm}$$

$$F_{act} = F_T = 27,58 \text{ mm} \quad \Rightarrow \text{CUMPLE}$$

CÁLCULOS REALIZADOS CON ORDENADOR

Programa de cálculo: CYPE 3D

El programa realiza el análisis de solicitaciones mediante un cálculo por métodos matriciales de rigidez, formando las barras con elementos que definen la estructura; pilares, vigas, brochales y viguetas. Se establece la compatibilidad de deformación en todos los nudos, considerando 6 grados de libertad, y se crea la hipótesis de indeformabilidad del plano de cada entramado, para simular el comportamiento rígido del forjado, impidiendo los desplazamientos relativos entre nudos del mismo.

Los entramados de madera se han diseñado tanto para tensiones como para deformaciones, comprobando que ambas están dentro de los límites fijados por la normativa. La determinación de las solicitudes a las que habrá de hacer frente a estructura, originadas por las acciones consideradas, se efectúa con arreglo a los Principios de la Mecánica Racional, las teorías clásicas de la Resistencia de Materiales y Elasticidad, tomándose las cargas señaladas en el DB SE, considerando las hipótesis en ELU (Estado Límite Últimos), siguiendo las especificaciones del documento SE-M, determinándose una Clase de Servicio 2 en función de las condiciones ambientales previstas.

El dimensionado de las secciones se realiza según la Teoría de los Estados Límites de la vigente EHE08.

Memoria de cálculo

Debido a la numerosa documentación aportada por el programa informático utilizando para calcular el sistema estructural de la vivienda y, que el procedimiento de cálculo que utiliza es repetitivo, se ha decidido adjuntar sólo una parte proporcional de dicha documentación, que comprenda cada uno de los sistemas estructurales utilizados y por planta. (De ser necesaria la documentación completa se anexaría de forma independiente al proyecto).

Los casos que se exponen serán los más desfavorables para cada tipo de sistema estructural, puesto que, si para el caso más desfavorable cumple eso implica que el resto también cumplirá.

Los cálculos de los elementos estructurales más representativos que se han seleccionado para adjuntar en el proyecto corresponden a los siguientes sistemas:

- Planta semisótano: entramado de madera (debido a que el entramado de la planta semisótano y de la planta primera son prácticamente iguales, se adjuntan solo los cálculos de uno de ellos)
- Planta cubierta: entramado de cubierta

FORJADO PLANTA SEMISÓTANO

Estudio de una viga y una vigueta como elementos representativos del entramado de madera de la planta semisótano.

Materiales utilizados						
Material		E (MPa)	ν	G (MPa)	α_t (m/m°C)	γ (kN/m³)
Tipo	Designación					
Madera	D50	14000.00	-	880.00	0.000005	7.36
Notación: <i>E</i> : Módulo de elasticidad <i>n</i> : Módulo de Poisson <i>G</i> : Módulo de cortadura <i>α_t</i> : Coeficiente de dilatación <i>g</i> : Peso específico						

Características mecánicas									
Material		Ref	Descripción	A (cm²)	Avy (cm²)	Avz (cm²)	Iyy (cm4)	Izz (cm4)	It (cm4)
Tipo	Designación								
Madera	D50	1	V-160x200, (Vigas-200)	320.00	266.67	266.67	6826.67	10666.67	14008.32
		2	V-180x100, (Vigas-100)	180.00	150.00	150.00	4860.00	1500.00	3884.40
		3	V-160x180, (Vigas-180)	288.00	240.00	240.00	6144.00	7776.00	11464.70
		4	V-440x260, (Vigas-260)	1144.00	953.33	953.33	184565.33	64445.33	161390.94
<p>Notación: <i>Ref.: Referencia</i> <i>A: Área de la sección transversal</i> <i>Avy: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'</i> <i>Avz: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'</i> <i>Iyy: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'</i> <i>Izz: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'</i> <i>It: Inercia a torsión</i> <i>Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.</i></p>									

VIGADatos de obra:

1. Normas consideradas: CTE DB SE-M. (Categoría de uso: A.Zonas residenciales)

2. Estados límite

E.L.U. de rotura. Madera: CTE. Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000m

Desplazamientos: Acciones características

3. Situaciones de proyecto

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

Con coeficientes de combinación
$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i \geq 2} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

Sin coeficientes de combinación
$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i \geq 2} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

Donde:

G_k Acción permanente

P_k Acción de pretensado

Q_k Acción variable

γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

γ_P Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado

$\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

$\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento

$\psi_{p,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal

$\psi_{a,i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Madera: CTE DB SE-M

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.700

Desplazamientos

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Resistencia al fuego. Perfiles de madera

Norma: CTE DB SI. Anejo E: Resistencia al fuego de las estructuras de madera.

Resistencia requerida: R30

4. Combinaciones

- Nombre de las hipótesis: G Carga permanente
Q1 Sobrecarga de uso
- E.L.U. Madera
 - Coeficientes para situaciones persistente o transitoria

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.700

- Desplazamientos

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_D)	Acompañamiento (ψ_A)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Estructura

Características mecánicas

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm²)	Avy (cm²)	Avz (cm²)	Iyy (cm4)	Izz (cm4)	It (cm4)
Tipo	Designación								
Madera	D50	1	V-160x200, (Vigas-200)	320.00	266.67	266.67	6826.67	10666.67	14008.32
		2	V-180x100, (Vigas-100)	180.00	150.00	150.00	4860.00	1500.00	3884.40
		3	V-440x260, (Vigas-260)	1144.00	953.33	953.33	184565.33	64445.33	161390.94
<p><i>Notación:</i> Ref.: Referencia A: Área de la sección transversal Avy: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y' Avz: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z' Iyy: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y' Izz: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z' It: Inercia a torsión Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.</p>									

Comprobación E.L.U

Perfil: V-440x260 Material: Madera (D50)						
Nudos		Longitud d (m)	Características mecánicas			
Inicia I	Final I		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
N25	N27	0.500	1144.0 0	184565.3 3	64445.3 3	161390.9 4
Notas: ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme						
			Pandeo		Pandeo lateral	
			Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β			1.00	1.00	0.00	0.00
L_K			0.500	0.500	0.000	0.000
C_1			-	-	1.000	1.000
Notación: β : Coeficiente de pandeo L_K : Longitud de pandeo (m) C_1 : Factor de modificación para el momento crítico						
Situación de incendio						
Resistencia requerida: R30						

COMPROBACIONES (CTE DB SE-M) - TEMPERATURA AMBIENTE												Estado
Barras	N _{t,0,d}	N _{c,0,d}	M _{y,0,d}	M _{z,0,d}	V _{y,0,d}	V _{z,0,d}	M _{x,0,d}	M _{y,0,d} M _{z,0,d}	N _{t,0,d} M _{y,0,d} M _{z,0,d}	N _{c,0,d} M _{y,0,d} M _{z,0,d}	M _{x,0,d} V _{y,0,d} V _{z,0,d}	
N25/N27	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	x: 0.5 m η = 38.9	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	x: 0 m η = 8.6	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	CUMPLE E η = 38.9
Notación:												
<p>N_{t,0,d}: Resistencia a tracción uniforme paralela a la fibra N_{c,0,d}: Resistencia a compresión uniforme paralela a la fibra M_{y,0,d}: Resistencia a flexión en el eje y M_{z,0,d}: Resistencia a flexión en el eje z V_{y,0,d}: Resistencia a cortante en el eje y V_{z,0,d}: Resistencia a cortante en el eje z M_{x,0,d}: Resistencia a torsión M_{y,0,d}M_{z,0,d}: Resistencia a flexión <i>esviada</i> N_{t,0,d}M_{y,0,d}M_{z,0,d}: Resistencia a flexión y tracción axial combinadas N_{c,0,d}M_{y,0,d}M_{z,0,d}: Resistencia a flexión y compresión axial combinadas M_{x,0,d}V_{y,0,d}V_{z,0,d}: Resistencia a cortante y torsión combinados x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento de la resistencia. La barra cumple con las condiciones de resistencia de la norma si se cumple que $\eta \leq 100$ % N.P.: No procede</p>												
Comprobaciones que no proceden (N.P.):												
<p>(1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción. (2) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión. (3) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector. (4) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante. (5) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. (6) La comprobación no procede, ya que no hay flexión <i>esviada</i> para ninguna combinación. (7) La comprobación no procede, ya que no hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación. (8) La comprobación no procede, ya que la barra no <i>está</i> sometida a flexión y compresión combinadas. (9) La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a momento torsor ni a esfuerzo cortante.</p>												

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-M) - SITUACIÓN DE INCENDIO											Estado
	$N_{t,d}$	$N_{c,d}$	$M_{y,d}$	$M_{z,d}$	$V_{y,d}$	$V_{z,d}$	$M_{x,d}$	$M_{y,d}M_{z,d}$	$N_{t,d}M_{y,d}M_{z,d}$	$N_{c,d}M_{y,d}M_{z,d}$	$M_{x,d}V_{y,d}V_{z,d}$	
N25/N27	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0,5 m $\eta = 12,3$	N.P.(3)	N.P.(4)	x: 0 m $\eta = 2,3$	N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(9)	CUMPLE E $\eta = 12,3$

Notación:

$N_{t,s}$: Resistencia a tracción uniforme paralela a la fibra
 $N_{c,s}$: Resistencia a compresión uniforme paralela a la fibra

$M_{y,s}$: Resistencia a flexión en el eje y

$M_{z,s}$: Resistencia a flexión en el eje z

$V_{y,s}$: Resistencia a cortante en el eje y

$V_{z,s}$: Resistencia a cortante en el eje z

$M_{x,s}$: Resistencia a torsión

$M_{x,d}M_{y,d}$: Resistencia a flexión **esviada**

$N_{t,d}M_{y,d}M_{z,d}$: Resistencia a flexión y tracción axial combinadas

$N_{c,d}M_{y,d}M_{z,d}$: Resistencia a flexión y compresión axial combinadas

$M_{x,d}V_{y,d}V_{z,d}$: Resistencia a cortante y **torsión** combinadas

x: Distancia al origen de la barra

η : Coeficiente de aprovechamiento (%)

N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):

- (1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.
- (2) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.
- (3) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.
- (4) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.
- (5) La comprobación no procede, ya que no hay momento **torsión**.
- (6) La comprobación no procede, ya que no hay flexión **esviada** para ninguna combinación.
- (7) La comprobación no procede, ya que no hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación.
- (8) La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a flexión y compresión combinadas.
- (9) La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a momento **torsión** ni a esfuerzo cortante.

Resistencia a tracción uniforme paralela a la fibra - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.2)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión uniforme paralela a la fibra - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.4 - 6.3.2)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

Resistencia a flexión en el eje y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$$\eta = \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1$$

$$\eta : \quad \underline{\mathbf{0.388}} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N27, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

No se comprueba la resistencia a vuelco lateral, ya que la correspondiente longitud de pandeo es nula.

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$\sigma_{m,d}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$\sigma_{m,y,d}^+ : \quad \underline{\mathbf{10.44}} \quad \text{MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d}^- : \quad \underline{\mathbf{0.00}} \quad \text{MPa}$$

$$\sigma_{m,d} = |M_d| / W_{el}$$

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo

$$M_{v,d}^+ : 87.56 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{v,d}^- : 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

W_{el}: Módulo resistente elástico de la sección transversal

$$W_{el,v} : 8389.33 \text{ cm}^3$$

f_{m,d}: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$$f_{m,v,d}^+ : 26.92 \text{ MPa}$$

$$f_{m,v,d}^- : 23.08 \text{ MPa}$$

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{m,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$$k_{mod}^+ : 0.70$$

$$k_{mod}^- : 0.60$$

Donde:

Clase de duración de la carga

Clase⁺ : Larga duración

Clase⁻ : Permanente

Clase de servicio

Clase : 1

f_{m,k}: Resistencia característica a flexión

$$f_{m,k} : 50.00 \text{ MPa}$$

k_h: Factor de altura, dado por:

$$k_h : 1.00$$

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza superiores o iguales a 150 mm:

$$k_h = 1.0$$

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_M : 1.30$$

Resistencia a flexión en el eje z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a cortante en el eje y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.8)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a cortante en el eje z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{z,d}}{f_{v,d}} \leq 1$$

$$\eta : 0.085 \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N25, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

Donde:

τ_{d} : Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$$\tau_{d} : \underline{0.18} \text{ MPa}$$

$$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{|V_d|}{A \cdot k_{cr}}$$

Donde:

V_d : Cortante de cálculo

$$V_{z,d} : \underline{9.35} \text{ kN}$$

A : Área de la sección transversal

$$A : \underline{1144.00} \text{ cm}^2$$

k_{cr} : Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas

$$k_{cr} : \underline{0.67}$$

$f_{v,d}$: Resistencia de cálculo a cortante, dada por:

$$f_{v,d} : \underline{2.15} \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Larga duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1)

$$k_{mod} : \underline{0.70}$$

$f_{v,k}$: Resistencia característica a cortante

$$f_{v,k} : \underline{4.00} \text{ MPa}$$

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_M : \underline{1.30}$$

Resistencia a torsión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{tor,d}}{k_{forma} \cdot f_{v,d}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.015} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

Donde:

$\tau_{tor,d}$: Tensión de cálculo a torsión, dada por:

$$\tau_{tor,d} : \underline{0.04} \text{ MPa}$$

$$\tau_{tor,d} = |M_{x,d}| / W_{tor}$$

Donde:

$M_{x,d}$: Momento torsor de cálculo

$$M_{x,d} : \underline{0.29} \text{ kN} \cdot \text{m}$$

W_{tor} : Modulo resistente a torsión

$$W_{tor} : \underline{7284.99} \text{ cm}^3$$

k_{forma} : Factor cuyo valor depende del tipo de sección

$$k_{forma} : \underline{1.25}$$

$$k_{forma} = \min \left\{ 2.0 ; 1 + 0.15 \cdot \frac{b_{max}}{b_{min}} \right\}$$

Donde:

b_{max} : Ancho mayor de la sección transversal

$$b_{max} : \underline{440.00} \text{ mm}$$

b_{min} : Ancho menor de la sección transversal

$$b_{min} : \underline{260.00} \text{ mm}$$

$f_{v,d}$: Resistencia de cálculo a cortante, dada por:

$$f_{v,d} : \underline{2.15} \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Larga duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1)

$f_{v,k}$: Resistencia característica a cortante

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\begin{array}{lcl} k_{mod} : & 0.70 & \\ f_{v,k} : & 4.00 & \text{MPa} \\ \gamma_M : & 1.30 & \end{array}$$

Resistencia a flexión esviada - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.7)

La comprobación no procede, ya que no hay flexión esviada para ninguna combinación.

Resistencia a flexión y tracción axial combinadas - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.2.2)

La comprobación no procede, ya que no hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación.

Resistencia a flexión y compresión axial combinadas - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que la barra no esta sometida a flexión y compresión combinadas.

Resistencia a cortante y torsor combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.8 - 6.1.9, Criterio de CYPE Ingenieros)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{v,d}}{f_{v,d}} + \frac{\tau_{tor,v,d}}{k_{forma} \cdot f_{v,d}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.009} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{\tau_{z,d}}{f_{v,d}} + \frac{\tau_{tor,z,d}}{k_{forma} \cdot f_{v,d}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.100} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N25, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

Donde:

τ_d : Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$$\tau_{v,d} : \underline{0.00} \quad \text{MPa}$$

$$\tau_{z,d} : \underline{0.18} \quad \text{MPa}$$

$$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{|V_d|}{A \cdot k_{cr}}$$

Donde:

V_d : Cortante de cálculo	$V_{v,d}$: <u>0.00</u> kN
A : Área de la sección transversal	$V_{z,d}$: <u>9.35</u> kN
k_{cr} : Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas	A : <u>1144.00</u> cm ²
$\tau_{tor,d}$: Tensión de cálculo a torsión, dada por:	k_{cr} : <u>0.67</u>
$\tau_{tor,d} = M_{x,d} / W_{tor}$	$\tau_{tor,v,d}$: <u>0.02</u> MPa
Donde:	$\tau_{tor,z,d}$: <u>0.04</u> MPa
$M_{x,d}$: Momento torsor de cálculo	$M_{x,d}$: <u>0.29</u> kN·m
W_{tor} : Modulo resistente a torsión	$W_{tor,v}$: <u>12328.45</u> cm ³
k_{forma} : Factor cuyo valor depende del tipo de sección	$W_{tor,z}$: <u>7284.99</u> cm ³
$f_{v,d}$: Resistencia de cálculo a cortante, dada por:	k_{forma} : <u>1.25</u>
$f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M$	$f_{v,d}$: <u>2.15</u> MPa
Donde:	k_{mod} : <u>0.70</u>
k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Larga duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1)	$f_{v,k}$: <u>4.00</u> MPa
$f_{v,k}$: Resistencia característica a cortante	γ_M : <u>1.30</u>
γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material	

Resistencia a tracción uniforme paralela a la fibra - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.2 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión uniforme paralela a la fibra - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.4 - 6.3.2 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

Resistencia a flexión en el eje y - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3 y CTE DB SI: E.2)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$$\eta = \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.123} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N27, para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·Q1.

No se comprueba la resistencia a vuelco lateral, ya que la correspondiente longitud de pandeo es nula.

Resistencia de la sección transversal a flexión: $\sigma_{m,d,fi}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$\sigma_{m,v,d,fi}^+$:	<u>7.68</u>	MPa
$\sigma_{m,v,d,fi}^-$:	<u>0.00</u>	MPa

$$\sigma_{m,d,fi} = |M_d| / W_{el,fi}$$

Donde:

 M_d : Momento flector de cálculo

$M_{v,d}^+$:	<u>42.11</u>	kN·m
$M_{v,d}^-$:	<u>0.00</u>	kN·m

 $W_{el,fi}$: Módulo resistente elástico de la sección transversal

$W_{el,v,fi}$:	<u>5482.94</u>	cm ³
---------------	---	----------------	-----------------

 $f_{m,d,fi}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$f_{m,v,d,fi}$:	<u>62.50</u>	MPa
----------------	---	--------------	-----

$$f_{m,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot k_{h,fi} \cdot f_{m,k} / \gamma_{M,fi}$$

Donde:

 $k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$k_{mod,fi}$:	<u>1.00</u>
--------------	---	-------------

Donde:

Clase de duración de la carga

$Clase^+$:	<u>Larga duración</u>
-----------	---	-----------------------

Clase de servicio

$Clase^-$:	<u>Permanente</u>
-----------	---	-------------------

 $f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión

$Clase$:	<u>1</u>
---------	---	----------

 $k_{h,fi}$: Factor de altura, dado por:

$f_{m,k}$:	<u>50.00</u>	MPa
-----------	---	--------------	-----

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza superiores o iguales a 150 mm:

$k_{h,fi}$:	<u>1.00</u>
------------	---	-------------

$$k_{h,fi} = 1.0$$

 $\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$\gamma_{M,fi}$:	<u>1.00</u>
-----------------	---	-------------

 k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

k_{fi}	:	<u>1.25</u>
----------	---	-------------

Resistencia a flexión en el eje z - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a cortante en el eje y - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.8 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a cortante en el eje z - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.8 y CTE DB SI: E.2)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{z,d,fi}}{f_{v,d,fi}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.022} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N25, para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·Q1.

Donde:

$\tau_{d,fi}$: Tensión de cálculo a cortante, dada por: $\tau_{z,d,fi} : 0.11$ MPa

$$\tau_{d,fi} = \frac{3}{2} \cdot \frac{|V_d|}{A_{fi} \cdot k_{cr}}$$

Donde:

V_d : Cortante de cálculo $V_{z,d} : 4.19$ kN
 A_{fi} : Área de la sección transversal $A_{fi} : 837.09$ cm²
 k_{cr} : Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas $k_{cr} : 0.67$

$f_{v,d,fi}$: Resistencia de cálculo a cortante, dada por: $f_{v,d,fi} : 5.00$ MPa

$$f_{v,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot f_{v,k} / \gamma_{M,fi}$$

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad $k_{mod,fi} : 1.00$
 $f_{v,k}$: Resistencia característica a cortante $f_{v,k} : 4.00$ MPa
 $\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material $\gamma_{M,fi} : 1.00$
 k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio $k_{fi} : 1.25$

Resistencia a torsión - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.9 y CTE DB SI: E.2)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{tor,d,fi}}{k_{forma,fi} \cdot f_{v,d,fi}} \leq 1$$

$\eta : 0.005$ ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·Q1.

Donde:

$\tau_{tor,d,fi}$: Tensión de cálculo a torsión, dada por: $\tau_{tor,d,fi} : 0.03$ MPa

$$\tau_{tor,d,fi} = |M_{x,d}| / W_{tor,fi}$$

Donde:

$M_{x,d}$: Momento torsor de cálculo $M_{x,d} : 0.13$ kN·m
 $W_{tor,fi}$: Modulo resistente a torsión $W_{tor,fi} : 4465.04$ cm³

$k_{forma,fi}$: Factor cuyo valor depende del tipo de sección $k_{forma,fi} : 1.28$

$$k_{forma,fi} = \min \left\{ 2.0 ; 1 + 0.15 \cdot \frac{b_{max,fi}}{b_{min,fi}} \right\}$$

Donde:

$b_{max,fi}$: Ancho mayor de la sección transversal $b_{max,fi} : 393.00$ mm
 $b_{min,fi}$: Ancho menor de la sección transversal $b_{min,fi} : 213.00$ mm

$f_{v,d,fi}$: Resistencia de cálculo a cortante, dada por: $f_{v,d,fi} : 5.00$ MPa

$$f_{v,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot f_{v,k} / \gamma_{M,fi}$$

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$$k_{mod,fi} : \underline{1.00}$$

$f_{v,k}$: Resistencia característica a cortante

$$f_{v,k} : \underline{4.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_{M,fi} : \underline{1.00}$$

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{fi} : \underline{1.25}$$

Resistencia a flexión esviada - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.7 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación no procede, ya que no hay flexión esviada para ninguna combinación.

Resistencia a flexión y tracción axial combinadas - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.2.2 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación no procede, ya que no hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación.

Resistencia a flexión y compresión axial combinadas - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.2.3 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación no procede, ya que la barra no esta sometida a flexión y compresión combinadas.

Resistencia a cortante y torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.8 - 6.1.9, Criterio de CYPE Ingenieros y CTE DB SI: E.2)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{y,d,fi}}{f_{v,d,fi}} + \frac{\tau_{tor,y,d,fi}}{k_{forma,fi} \cdot f_{v,d,fi}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.003} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{\tau_{z,d,fi}}{f_{v,d,fi}} + \frac{\tau_{tor,z,d,fi}}{k_{forma,fi} \cdot f_{v,d,fi}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.027} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N25, para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·Q1.

Donde:

$\tau_{d,fi}$: Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$$\tau_{y,d,fi} : \underline{0.00} \text{ MPa}$$

$$\tau_{z,d,fi} : \underline{0.11} \text{ MPa}$$

$$\tau_{d,fi} = \frac{3}{2} \cdot \frac{|V_d|}{A_{fi} \cdot k_{cr}}$$

Donde:

V_d : Cortante de cálculo A_{fi} : Área de la sección transversal k_{cr} : Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas $\tau_{tor,d,fi}$: Tensión de cálculo a torsión, dada por:

$$\tau_{tor,d,fi} = |M_{x,d}| / W_{tor,fi}$$

Donde:

 $M_{x,d}$: Momento torsor de cálculo $W_{tor,fi}$: Modulo resistente a torsión $k_{forma,fi}$: Factor cuyo valor depende del tipo de sección $f_{v,d,fi}$: Resistencia de cálculo a cortante, dada por:

$$f_{v,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot f_{v,k} / \gamma_{M,fi}$$

Donde:

 $k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad $f_{v,k}$: Resistencia característica a cortante $\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$V_{v,d} : 0.00 \text{ kN}$$

$$V_{z,d} : 4.19 \text{ kN}$$

$$A_{fi} : 837.09 \text{ cm}^2$$

$$k_{cr} : 0.67$$

$$\tau_{tor,v,d,fi} : 0.02 \text{ MPa}$$

$$\tau_{tor,z,d,fi} : 0.03 \text{ MPa}$$

$$M_{x,d} : 0.13 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$W_{tor,v,fi} : 8238.31 \text{ cm}^3$$

$$W_{tor,z,fi} : 4465.04 \text{ cm}^3$$

$$k_{forma,fi} : 1.28$$

$$f_{v,d,fi} : 5.00 \text{ MPa}$$

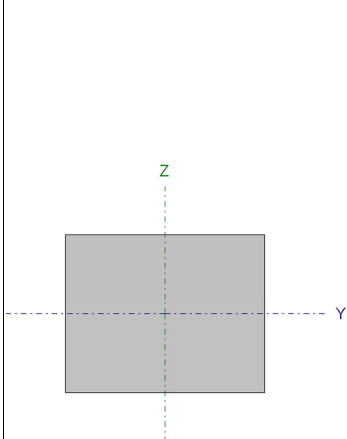
$$k_{mod,fi} : 1.00$$

$$f_{v,k} : 4.00 \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M,fi} : 1.00$$

$$k_{fi} : 1.25$$

BROCHAL. Comprobación E.L.U

Perfil: V-160x200							
Material: Madera (D50)							
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final		Área (cm²)	I _v ⁽¹⁾ (cm4)	I _z ⁽¹⁾ (cm4)	I _t ⁽²⁾ (cm4)
	N27	N28	1.650	320.00	6826.67	10666.67	14008.32
	Notas:						
	⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado						
	⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme						
		Pandeo		Pandeo lateral			
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
	β	1.00	1.00	0.00	0.00		
	L _K	1.650	1.650	0.000	0.000		
C ₁	-		1.000				
Notación:							
β: Coeficiente de pandeo							
L _K : Longitud de pandeo (m)							
C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico							
Situación de incendio							
Resistencia requerida: R30							

Comprobación de resistencia a temperatura ambiente					
Barra	η	Posición	Esfuerzos pésimos	Origen	Estado

	(%)	(m)	N (kN)	Vy (kN)	Vz (kN)	Mt (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)		
N27/N28	43.90	0.000	0.000	0.000	-13.515	0.00	0.00	0.00	G	Cumple

Comprobación de resistencia en situación de incendio										
R. req. ⁽¹⁾ : R30										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (kN)	Vy (kN)	Vz (kN)	Mt (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)		
N27/N28	15.22	0.000	0.000	0.000	-5.877	0.00	0.00	0.00	G	Cumple

Resistencia a tracción uniforme paralela a la fibra - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.2)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión uniforme paralela a la fibra - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.4 - 6.3.2)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

Resistencia a flexión en el eje y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$$\eta = \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{\quad 0.243 \quad} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.825 m del nudo N27, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

No se comprueba la resistencia a vuelco lateral, ya que el módulo resistente elástico de la sección respecto al eje y es inferior o igual al módulo resistente elástico respecto al eje z.

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$\sigma_{m,d}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$\sigma_{m,y,d}^+ : \underline{\quad 6.53 \quad} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d}^- : \underline{\quad 0.00 \quad} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,d} = |M_d| / W_{el}$$

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

$$M_{v,d}^+ : \underline{\quad 5.57 \quad} \text{ kN·m}$$

$$M_{v,d}^- : \underline{\quad 0.00 \quad} \text{ kN·m}$$

W_{el} : Módulo resistente elástico de la sección transversal

$$W_{el,v} : \underline{\quad 853.33 \quad} \text{ cm}^3$$

$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$$f_{m,v,d}^+ : \underline{\quad 26.92 \quad} \text{ MPa}$$

$$f_{m,v,d}^- : \underline{\quad 23.08 \quad} \text{ MPa}$$

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{m,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$$k_{mod}^+ : 0.70$$

$$k_{mod}^- : 0.60$$

Donde:

Clase de duración de la carga

Clase⁺ : *Larga duración*

Clase⁻ : *Permanente*

Clase de servicio

Clase : *1*

f_{m,k}: Resistencia característica a flexión

$$f_{m,k} : 50.00 \text{ MPa}$$

k_h: Factor de altura, dado por:

$$k_h : 1.00$$

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza superiores o iguales a 150 mm:

$$k_h = 1.0$$

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_M : 1.30$$

Resistencia a flexión en el eje z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a cortante en el eje y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.8)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a cortante en el eje z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{z,d}}{f_{v,d}} \leq 1$$

$$\eta : 0.439 \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N27, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1.

Donde:

τ_d: Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$$\tau_{z,d} : 0.95 \text{ MPa}$$

$$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{|V_d|}{A \cdot k_{cr}}$$

Donde:

V_d: Cortante de cálculo

$$V_{z,d} : 13.51 \text{ kN}$$

A: Área de la sección transversal

$$A : 320.00 \text{ cm}^2$$

k_{cr}: Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas

$$k_{cr} : 0.67$$

f_{v,d}: Resistencia de cálculo a cortante, dada por:

$$f_{v,d} : 2.15 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Larga duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1)

$f_{v,k}$: Resistencia característica a cortante

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

k_{mod} : 0.70

$f_{v,k}$: 4.00 MPa

γ_M : 1.30

Resistencia a torsión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.9)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a flexión esviada - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.7)

La comprobación no procede, ya que no hay flexión esviada para ninguna combinación.

Resistencia a flexión y tracción axial combinadas - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.2.2)

La comprobación no procede, ya que no hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación.

Resistencia a flexión y compresión axial combinadas - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que la barra no esta sometida a flexión y compresión combinadas.

Resistencia a cortante y torsor combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.8 - 6.1.9, Criterio de CYPE Ingenieros)

La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a momento torsor ni a esfuerzo cortante.

Resistencia a tracción uniforme paralela a la fibra - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.2 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión uniforme paralela a la fibra - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.4 - 6.3.2 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

Resistencia a flexión en el eje y - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3 y CTE DB SI: E.2)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$$\eta = \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.113} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.825 m del nudo N27, para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·Q1.

No se comprueba la resistencia a vuelco lateral, ya que el módulo resistente elástico de la sección respecto al eje y es inferior o igual al módulo resistente elástico respecto al eje z.

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$\sigma_{m,d,fi}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$\begin{aligned} \sigma_{m,y,d,fi}^+ &: \underline{7.45} \quad \text{MPa} \\ \sigma_{m,y,d,fi}^- &: \underline{0.00} \quad \text{MPa} \end{aligned}$$

$$\sigma_{m,d,fi} = |M_d| / W_{el,fi}$$

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

$$\begin{aligned} M_{y,d}^+ &: \underline{2.42} \quad \text{kN}\cdot\text{m} \\ M_{y,d}^- &: \underline{0.00} \quad \text{kN}\cdot\text{m} \end{aligned}$$

$W_{el,fi}$: Módulo resistente elástico de la sección transversal

$f_{m,d,fi}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$$\begin{aligned} W_{el,y,fi} &: \underline{325.61} \quad \text{cm}^3 \\ f_{m,y,d,fi} &: \underline{66.14} \quad \text{MPa} \end{aligned}$$

$$f_{m,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot k_{h,fi} \cdot f_{m,k} / \gamma_{M,fi}$$

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$$k_{mod,fi} : \underline{1.00}$$

Donde:

Clase de duración de la carga

$$\text{Clase}^+ : \underline{\text{Larga duración}}$$

Clase de servicio

$$\text{Clase}^- : \underline{\text{Permanente}}$$

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión

$$f_{m,k} : \underline{50.00} \quad \text{MPa}$$

$k_{h,fi}$: Factor de altura, dado por:

$$k_{h,fi} : \underline{1.06}$$

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza inferiores a 150 mm:

$$k_{h,fi} = \min\{(150/h_{fi})^{0.2}; 1.3\}$$

Donde:

h_{fi} : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

$$h_{fi} : \underline{113.00} \quad \text{mm}$$

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_{M,fi} : \underline{1.00}$$

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{fi} : \underline{1.25}$$

Resistencia a flexión en el eje z - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a cortante en el eje y - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.8 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a cortante en el eje z - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.8 y CTE DB SI: E.2)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{z,d,fi}}{f_{v,d,fi}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.152} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N27, para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·Q1.

Donde:

$\tau_{d,fi}$: Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$$\tau_{z,d,fi} : \underline{0.76} \text{ MPa}$$

$$\tau_{d,fi} = \frac{3}{2} \cdot \frac{|V_d|}{A_{fi} \cdot k_{cr}}$$

Donde:

V_d : Cortante de cálculo

$$V_{z,d} : \underline{5.88} \text{ kN}$$

A_{fi} : Área de la sección transversal

$$A_{fi} : \underline{172.89} \text{ cm}^2$$

k_{cr} : Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas

$$k_{cr} : \underline{0.67}$$

$f_{v,d,fi}$: Resistencia de cálculo a cortante, dada por:

$$f_{v,d,fi} : \underline{5.00} \text{ MPa}$$

$$f_{v,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot f_{v,k} / \gamma_{M,fi}$$

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$$k_{mod,fi} : \underline{1.00}$$

$f_{v,k}$: Resistencia característica a cortante

$$f_{v,k} : \underline{4.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_{M,fi} : \underline{1.00}$$

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{fi} : \underline{1.25}$$

Resistencia a torsión - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.9 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a flexión esviada - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.7 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación no procede, ya que no hay flexión esviada para ninguna combinación.

Resistencia a flexión y tracción axial combinadas - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.2.2 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación no procede, ya que no hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación.

Resistencia a flexión y compresión axial combinadas - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.2.3 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a flexión y compresión combinadas.

Resistencia a cortante y torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.8 - 6.1.9, Criterio de CYPE Ingenieros y CTE DB SI: E.2)

La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a momento torsor ni a esfuerzo cortante.

ESTRUCTURA CUBIERTA

Estudio de una correa y viga cumbrera como elementos representativos del sistema de cubierta, con las situaciones de cálculo más desfavorables.

Valores de las acciones	
Carga permanente (G)	0.840
Sobrecarga (Q)	0.400
Viento (Q) (Se considera sólo viento de presión debido a que el de succión es despreciable con respecto al resto de acciones)	0.500
Nieve (Q)	0.700

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Madera: CTE DB SE-M

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.500	1.000	0.500

Desplazamientos

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm ²)	Avy (cm ²)	Avz (cm ²)	Iyy (cm4)	Izz (cm4)	It (cm4)
Tipo	Designación								
Madera	D50	1	V-240x220, (Vigas-220)	528.00	440.00	440.00	25344.00	21296.00	38658.05
		2	V-220x200, (Vigas-200)	440.00	366.67	366.67	17746.67	14666.67	26822.40
<p>Notación:</p> <p>Ref.: Referencia</p> <p>A: Área de la sección transversal</p> <p>Avy: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'</p> <p>Avz: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'</p> <p>Iyy: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'</p> <p>Izz: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'</p> <p>It: Inercia a torsión</p> <p>Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.</p>									

Comprobación E.L.U. Correa

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-M) - TEMPERATURA AMBIENTE											Estado
	N _{t,0,d}	N _{c,0,d}	M _{y,d}	M _{z,d}	V _{y,d}	V _{z,d}	M _{x,d}	M _{y,d} M _{z,d}	N _{t,0,d} M _{y,d} M _{z,d}	N _{c,0,d} M _{y,d} M _{z,d}	M _{x,d} V _{y,d} V _{z,d}	
N31/ N26	N.P.(8)	x: 0 m $\eta = 7.2$	x: 3.02 m $\eta = 18.5$	N.P.(2)	N.P.(3)	x: 0 m $\eta = 12.6$	N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(9)	x: 3.02 m $\eta = 23.1$	N.P.(7)	CUMPLE $\eta = 23.1$
<p>Notación: N_{t,0,d}: Resistencia a tracción uniforme paralela a la fibra N_{c,0,d}: Resistencia a compresión uniforme paralela a la fibra M_{y,d}: Resistencia a flexión en el eje y M_{z,d}: Resistencia a flexión en el eje z V_{y,d}: Resistencia a cortante en el eje y V_{z,d}: Resistencia a cortante en el eje z M_{x,d}: Resistencia a torsión M_{y,d}M_{z,d}: Resistencia a flexión esviada N_{t,0,d}M_{y,d}M_{z,d}: Resistencia a flexión y tracción axial combinadas N_{c,0,d}M_{y,d}M_{z,d}: Resistencia a flexión y compresión axial combinadas M_{x,d}V_{y,d}V_{z,d}: Resistencia a cortante y torsor combinados x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede</p>												
<p>Comprobaciones que no proceden (N.P.): ⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión. ⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento flector. ⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante. ⁽⁴⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. ⁽⁵⁾ La comprobación no procede, ya que no hay flexión esviada para ninguna combinación. ⁽⁶⁾ La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a flexión y compresión combinadas. ⁽⁷⁾ La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a momento torsor ni a esfuerzo cortante. ⁽⁸⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción. ⁽⁹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación.</p>												

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-M) - SITUACIÓN DE INCENDIO											Estado
	N _{t,0,d}	N _{c,0,d}	M _{y,d}	M _{z,d}	V _{y,d}	V _{z,d}	M _{x,d}	M _{y,d} M _{z,d}	N _{t,0,d} M _{y,d} M _{z,d}	N _{c,0,d} M _{y,d} M _{z,d}	M _{x,d} V _{y,d} V _{z,d}	

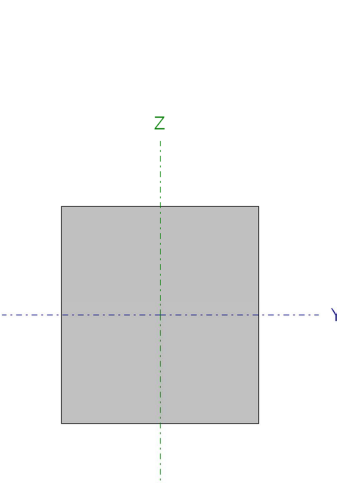
Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-M) - SITUACIÓN DE INCENDIO											Estado
	N _{t,0,d}	N _{c,0,d}	M _{y,d}	M _{z,d}	V _{y,d}	V _{z,d}	M _{x,d}	M _{y,d} M _{z,d}	N _{t,0,d} M _{y,d} M _{z,d}	N _{c,0,d} M _{y,d} M _{z,d}	M _{x,d} V _{y,d} V _{z,d}	
N31/N26	N.P.(8)	x: 0 m η = 4.0	x: 3.02 m η = 7.8	N.P.(2)	N.P.(3)	x: 0 m η = 4.2	N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(9)	x: 3.02 m η = 10.2	N.P.(7)	CUMPLE η = 10.2

Notación:

N_{t,0,d}: Resistencia a tracción uniforme paralela a la fibra
N_{c,0,d}: Resistencia a compresión uniforme paralela a la fibra
M_{y,d}: Resistencia a flexión en el eje y
M_{z,d}: Resistencia a flexión en el eje z
V_{y,d}: Resistencia a cortante en el eje y
V_{z,d}: Resistencia a cortante en el eje z
M_{x,d}: Resistencia a torsión
M_{y,d}M_{z,d}: Resistencia a flexión esviada
N_{t,0,d}M_{y,d}M_{z,d}: Resistencia a flexión y tracción axial combinadas
N_{c,0,d}M_{y,d}M_{z,d}: Resistencia a flexión y compresión axial combinadas
M_{x,d}V_{y,d}V_{z,d}: Resistencia a cortante y torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
η: Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):

⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.
⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.
⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.
⁽⁴⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
⁽⁵⁾ La comprobación no procede, ya que no hay flexión esviada para ninguna combinación.
⁽⁶⁾ La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a flexión y compresión combinadas.
⁽⁷⁾ La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a momento torsor ni a esfuerzo cortante.
⁽⁸⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.
⁽⁹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación.

Perfil: V-220x200 Material: Madera (D50)						
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas		
	Inicial	Final		Área (cm ²)	$I_v^{(1)}$ (cm ⁴)	$I_z^{(1)}$ (cm ⁴)
	N31	N26	6.039	440.00	17746.67	14666.67
	<p>Notas:</p> <p>(1) Inercia respecto al eje indicado</p> <p>(2) Momento de inercia a torsión uniforme</p>					
			Pandeo		Pandeo lateral	
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	
β	1.00	1.00	0.00	0.00		
L_K	6.039	6.039	0.000	0.000		
C_1	-	-	1.000			
<p>Notación:</p> <p>β: Coeficiente de pandeo</p> <p>L_K: Longitud de pandeo (m)</p> <p>C_1: Factor de modificación para el momento crítico</p>						
Situación de incendio						
Resistencia requerida: R30						

Resistencia a tracción uniforme paralela a la fibra - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.2)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión uniforme paralela a la fibra - Temperatura ambiente
 (CTE DB SE-M: 6.1.4 - 6.3.2)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a compresión

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.023} \quad \checkmark$$

Resistencia a pandeo por flexión en el eje y

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.061} \quad \checkmark$$

Resistencia a pandeo por flexión en el eje z

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.072} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N31, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1+0.75·N1.

Donde:

$\sigma_{c,0,d}$: Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

$$\sigma_{c,0,d} : \underline{0.33} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,0,d} = |N_{c,0,d}| / A$$

Donde:

$N_{c,0,d}$: Compresión axial de cálculo paralela a la fibra

$$N_{c,0,d} : \underline{14.71} \text{ kN}$$

A : Área de la sección transversal

$$A : \underline{440.00} \text{ cm}^2$$

$f_{c,0,d}$: Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

$$f_{c,0,d} : \underline{14.50} \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Duración media) y el contenido de humedad (Clase de servicio 3)

$$k_{mod} : \underline{0.65}$$

$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra

$$f_{c,0,k} : \underline{29.00} \text{ MPa}$$

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_M : \underline{1.30}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-M: 6.3.2)

χ_c : Factor de inestabilidad, dado por:

$$\chi_{c,y} : \underline{0.38}$$

$$\chi_{c,z} : \underline{0.32}$$

$$\chi_c = \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel}^2}}$$

Donde:

$$k = 0.5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel} - 0.3) + \lambda_{rel}^2)$$

$$k_y : \underline{1.75}$$

$$k_z : \underline{2.00}$$

Donde:

β_c : Factor asociado a la rectitud de las piezas

$$\beta_c : \underline{0.20}$$

λ_{rel} : Esbeltez relativa, dada por:

$$\lambda_{rel,y} : \underline{1.50}$$

$$\lambda_{rel,z} : \underline{1.65}$$

$$\lambda_{rel} = \frac{\lambda}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,k}}}$$

Donde:

$E_{0,k}$: Valor del quinto percentil del módulo de elasticidad paralelo a la fibra

$$E_{0,k} : \underline{11800.00} \text{ MPa}$$

$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra

$$f_{c,0,k} : \underline{29.00} \text{ MPa}$$

λ : Esbeltez mecánica, dada por:

$$\lambda_y : \underline{95.09}$$

$$\lambda_z : \underline{104.60}$$

$$\lambda = \frac{L_k}{i}$$

Donde:

L_k : Longitud de pandeo de la barra

$$L_{k,y} : \underline{6039.11} \text{ mm}$$

$$L_{k,z} : \underline{6039.11} \text{ mm}$$

i : Radio de giro

$$i_y : \underline{63.51} \text{ mm}$$

$$i_z : \underline{57.74} \text{ mm}$$

Resistencia a flexión en el eje y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$$\eta = \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.185} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.020 m del nudo N31, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1+0.75·N1.

No se comprueba la resistencia a vuelco lateral, ya que la correspondiente longitud de pandeo es nula.

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$\sigma_{m,d}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$\sigma_{m,y,d}^+ : \underline{4.63} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d}^- : \underline{0.00} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,d} = |M_d| / W_{el}$$

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

$$M_{v,d}^+ : \underline{7.47} \text{ kN·m}$$

$$M_{v,d}^- : \underline{0.00} \text{ kN·m}$$

W_{el} : Módulo resistente elástico de la sección transversal

$$W_{el,y} : \underline{1613.33} \text{ cm}^3$$

$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$$f_{m,y,d}^+ : \underline{25.00} \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d}^- : \underline{19.23} \text{ MPa}$$

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{m,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$$k_{mod}^+ : \underline{0.65}$$

$$k_{mod}^- : \underline{0.50}$$

Donde:

Clase de duración de la carga

Clase⁺ : Duración media**Clase⁻** : Permanente

Clase de servicio

Clase : 3**f_{m,k}**: Resistencia característica a flexión**f_{m,k}** : 50.00 MPa**k_h**: Factor de altura, dado por:**k_h** : 1.00Para cantos (flexión) o anchos (tracción)
de piezas rectangulares de madera maciza
superiores o iguales a 150 mm:

$$k_h = 1.0$$

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del
material**γ_M** : 1.30**Resistencia a flexión en el eje z - Temperatura ambiente** (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a cortante en el eje y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.8)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a cortante en el eje z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{z,d}}{f_{v,d}} \leq 1$$

η : 0.126 ✓El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N31,
para la combinación de acciones
1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1+0.75·N1.

Donde:

τ_d: Tensión de cálculo a cortante, dada por:**τ_{z,d}** : 0.25 MPa

$$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{|V_d|}{A \cdot k_{cr}}$$

Donde:

V_d: Cortante de cálculo**V_{z,d}** : 4.94 kN**A**: Área de la sección transversal**A** : 440.00 cm²**k_{cr}**: Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas**k_{cr}** : 0.67**f_{v,d}**: Resistencia de cálculo a cortante, dada por:**f_{v,d}** : 2.00 MPa

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga
(Duración media) y el contenido de humedad (Clase de
servicio 3)**k_{mod}** : 0.65**f_{v,k}**: Resistencia característica a cortante**f_{v,k}** : 4.00 MPa

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

γ_M : 1.30

Resistencia a torsión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.9)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a flexión esviada - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.7)

La comprobación no procede, ya que no hay flexión esviada para ninguna combinación.

Resistencia a flexión y tracción axial combinadas - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.2.2)

La comprobación no procede, ya que no hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación.

Resistencia a flexión y compresión axial combinadas - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.2.3)

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.020 m del nudo N31, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·Q1+0.75·N1.

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión y compresión combinados

$$\eta = \left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : 0.185 ✓

$$\eta = \left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : 0.130 ✓

Resistencia a pandeo para flexión y compresión combinados

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : 0.231 ✓

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : 0.184 ✓

Resistencia a vuelco lateral para flexión y compresión combinados

No es necesaria la comprobación de resistencia a vuelco lateral ya que la longitud de vuelco lateral es nula.

Donde:

$\sigma_{c,0,d}$: Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

$$\sigma_{c,0,d} = |N_{c,0,d}|/A$$

Donde:

$N_{c,0,d}$: Compresión axial de cálculo paralela a la fibra

A : Área de la sección transversal

$\sigma_{m,d}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$\sigma_{m,d} = |M_d|/W_{el}$$

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

W_{el} : Módulo resistente elástico de la sección transversal

$f_{c,0,d}$: Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Duración media) y el contenido de humedad (Clase de servicio 3)

$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{m,k} / \gamma_M$$

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Duración media) y el contenido de humedad (Clase de servicio 3)

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión

k_h : Factor de altura, dado por:

Eje y:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza superiores o iguales a 150 mm:

$$k_h = 1.0$$

Eje z:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza superiores o iguales a 150 mm:

$$k_h = 1.0$$

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

k_m : Factor que tiene en cuenta el efecto de redistribución de tensiones bajo flexión esviada y la falta de homogeneidad del material en la sección transversal

χ_c : Factor de inestabilidad

$$\sigma_{c,0,d} : \underline{0.25} \text{ MPa}$$

$$N_{c,0,d} : \underline{11.15} \text{ kN}$$

$$A : \underline{440.00} \text{ cm}^2$$

$$\sigma_{m,y,d} : \underline{4.63} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} : \underline{0.00} \text{ MPa}$$

$$M_{y,d} : \underline{7.47} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,d} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$W_{el,y} : \underline{1613.33} \text{ cm}^3$$

$$W_{el,z} : \underline{1466.67} \text{ cm}^3$$

$$f_{c,0,d} : \underline{14.50} \text{ MPa}$$

$$k_{mod} : \underline{0.65}$$

$$f_{c,0,k} : \underline{29.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_M : \underline{1.30}$$

$$f_{m,y,d} : \underline{25.00} \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} : \underline{25.00} \text{ MPa}$$

$$k_{mod} : \underline{0.65}$$

$$f_{m,k} : \underline{50.00} \text{ MPa}$$

$$k_{h,y} : \underline{1.00}$$

$$k_{h,z} : \underline{1.00}$$

$$\gamma_M : \underline{1.30}$$

$$k_m : \underline{0.70}$$

$$\chi_{c,y} : \underline{0.38}$$

$$\chi_{c,z} : \underline{0.32}$$

Resistencia a cortante y torsor combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.8 - 6.1.9, Criterio de CYPE Ingenieros)

La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a momento torsor ni a esfuerzo cortante.

Resistencia a tracción uniforme paralela a la fibra - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.2 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión uniforme paralela a la fibra - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.4 - 6.3.2 y CTE DB SI: E.2)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a compresión

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{f_{c,0,d,fi}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.008} \quad \checkmark$$

Resistencia a pandeo por flexión en el eje y

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{\chi_{c,y,fi} \cdot f_{c,0,d,fi}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.032} \quad \checkmark$$

Resistencia a pandeo por flexión en el eje z

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{\chi_{c,z,fi} \cdot f_{c,0,d,fi}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.040} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N31, para la combinación de acciones PP+CM1+0.2·N1.

Donde:

$\sigma_{c,0,d,fi}$: Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

$$\sigma_{c,0,d,fi} : \underline{0.28} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,0,d,fi} = |N_{c,0,d,fi}| / A_{fi}$$

Donde:

$N_{c,0,d,fi}$: Compresión axial de cálculo paralela a la fibra

$$N_{c,0,d,fi} : \underline{7.43} \text{ kN}$$

A_{fi} : Área de la sección transversal

$$A_{fi} : \underline{264.69} \text{ cm}^2$$

$f_{c,0,d,fi}$: Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

$$f_{c,0,d,fi} : \underline{36.25} \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_{M,fi}$$

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$$k_{mod,fi} : \underline{1.00}$$

$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra

$f_{c,0,k}$: 29.00 MPa

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$\gamma_{M,fi}$: 1.00

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

k_{fi} : 1.25

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-M: 6.3.2 y CTE DB SI: E.2)

$\chi_{c,fi}$: Factor de inestabilidad, dado por:

$\chi_{c,v,fi}$: 0.25

$\chi_{c,z,fi}$: 0.20

$$\chi_{c,fi} = \frac{1}{k_{fi} + \sqrt{k_{fi}^2 - \lambda_{rel,fi}^2}}$$

Donde:

$$k_{fi} = 0.5 \cdot \left(1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,fi} - 0.3) + \lambda_{rel,fi}^2 \right)$$

$k_{v,fi}$: 2.48

$k_{z,fi}$: 3.01

Donde:

β_c : Factor asociado a la rectitud de las piezas

β_c : 0.20

$\lambda_{rel,fi}$: Esbeltez relativa, dada por:

$\lambda_{rel,y,fi}$: 1.91

$\lambda_{rel,z,fi}$: 2.16

$$\lambda_{rel,fi} = \frac{\lambda_{fi}}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,k}}}$$

Donde:

$E_{0,k}$: Valor del quinto percentil del módulo de elasticidad paralelo a la fibra

$E_{0,k}$: 11800.00 MPa

$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra

$f_{c,0,k}$: 29.00 MPa

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

k_{fi} : 1.25

λ_{fi} : Esbeltez mecánica, dada por:

$\lambda_{v,fi}$: 120.93

$\lambda_{z,fi}$: 136.73

$$\lambda_{fi} = \frac{L_k}{i_{fi}}$$

Donde:

L_k : Longitud de pandeo de la barra

$L_{k,v}$: 6039.11 mm

$L_{k,z}$: 6039.11 mm

i_{fi} : Radio de giro

$i_{v,fi}$: 49.94 mm


$i_{z,fi}$: 44.17 mm

Resistencia a flexión en el eje y - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3 y CTE DB SI: E.2)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$$\eta = \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} \leq 1$$

η : 0.078 

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.020 m del nudo N31, para la combinación de acciones PP+CM1+0.2·N1.

No se comprueba la resistencia a vuelco lateral, ya que la correspondiente longitud de pandeo es nula.

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$\sigma_{m,d,fi}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$\sigma_{m,d,fi} = |M_d| / W_{el,fi}$$

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

$W_{el,fi}$: Módulo resistente elástico de la sección transversal

$f_{m,d,fi}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$$f_{m,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot k_{h,fi} \cdot f_{m,k} / \gamma_{M,fi}$$

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

Donde:

Clase de duración de la carga

Clase de servicio

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión

$k_{h,fi}$: Factor de altura, dado por:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza superiores o iguales a 150 mm:

$$k_{h,fi} = 1.0$$

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$\begin{array}{ll} \sigma_{m,y,d,fi}^+ : & 4.89 \text{ MPa} \\ \sigma_{m,y,d,fi}^- : & 0.00 \text{ MPa} \end{array}$$

$$\begin{array}{ll} M_{v,d}^+ : & 3.73 \text{ kN}\cdot\text{m} \\ M_{v,d}^- : & 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m} \end{array}$$

$$\begin{array}{ll} W_{el,v,fi} : & 763.19 \text{ cm}^3 \\ f_{m,v,d,fi} : & 62.50 \text{ MPa} \end{array}$$

$$k_{mod,fi} : 1.00$$

$$Clase^+ : \text{Duración media}$$

$$Clase^- : \text{Permanente}$$

$$Clase : 3$$

$$f_{m,k} : 50.00 \text{ MPa}$$

$$k_{h,fi} : 1.00$$

$$\gamma_{M,fi} : 1.00$$

$$k_{fi} : 1.25$$

Resistencia a flexión en el eje z - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a cortante en el eje y - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.8 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a cortante en el eje z - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.8 y CTE DB SI: E.2)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{z,d,fi}}{f_{v,d,fi}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.042} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N31, para la combinación de acciones PP+CM1+0.2·N1.

Donde:

$\tau_{d,fi}$: Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$$\tau_{z,d,fi} : \underline{0.21} \text{ MPa}$$

$$\tau_{d,fi} = \frac{3}{2} \cdot \frac{|V_d|}{A_{fi} \cdot k_{cr}}$$

Donde:

V_d : Cortante de cálculo

$$V_{z,d} : \underline{2.47} \text{ kN}$$

A_{fi} : Área de la sección transversal

$$A_{fi} : \underline{264.69} \text{ cm}^2$$

k_{cr} : Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas

$$k_{cr} : \underline{0.67}$$

$f_{v,d,fi}$: Resistencia de cálculo a cortante, dada por:

$$f_{v,d,fi} : \underline{5.00} \text{ MPa}$$

$$f_{v,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot f_{v,k} / \gamma_{M,fi}$$

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$$k_{mod,fi} : \underline{1.00}$$

$f_{v,k}$: Resistencia característica a cortante

$$f_{v,k} : \underline{4.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_{M,fi} : \underline{1.00}$$

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{fi} : \underline{1.25}$$

Resistencia a torsión - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.9 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a flexión esviada - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.7 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación no procede, ya que no hay flexión esviada para ninguna combinación.

Resistencia a flexión y tracción axial combinadas - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.2.2 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación no procede, ya que no hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación.

Resistencia a flexión y compresión axial combinadas - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.2.3 y CTE DB SI: E.2)

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.020 m del nudo N31, para la combinación de acciones PP+CM1+0.2·N1.

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión y compresión combinados

$$\eta = \left(\frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{f_{c,0,d,fi}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.078} \quad \checkmark$$

$$\eta = \left(\frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{f_{c,0,d,fi}} \right)^2 + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.055} \quad \checkmark$$

Resistencia a pandeo para flexión y compresión combinados

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{\chi_{c,y,fi} \cdot f_{c,0,d,fi}} + \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.102} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{\chi_{c,z,fi} \cdot f_{c,0,d,fi}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.085} \quad \checkmark$$

Resistencia a vuelco lateral para flexión y compresión combinados

No es necesaria la comprobación de resistencia a vuelco lateral ya que la longitud de vuelco lateral es nula.

Donde:

$\sigma_{c,0,d,fi}$: Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

$$\sigma_{c,0,d,fi} : \underline{0.21} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,0,d,fi} = |N_{c,0,d,fi}| / A_{fi}$$

Donde:

$N_{c,0,d,fi}$: Compresión axial de cálculo paralela a la fibra

$$N_{c,0,d,fi} : \underline{5.65} \text{ kN}$$

A_{fi} : Área de la sección transversal

$$A_{fi} : \underline{264.69} \text{ cm}^2$$

$\sigma_{m,d,fi}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$\sigma_{m,y,d,fi} : \underline{4.89} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d,fi} : \underline{0.00} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,d,fi} = |M_d| / W_{el,fi}$$

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

$$M_{v,d} : \underline{3.73} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,d} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$W_{el,fi}$: Módulo resistente elástico de la sección transversal

$$W_{el,v,fi} : \underline{763.19} \text{ cm}^3$$

$$W_{el,z,fi} : \underline{674.96} \text{ cm}^3$$

$f_{c,0,d,fi}$: Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

$$f_{c,0,d,fi} : \underline{36.25} \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_{M,fi}$$

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$$k_{mod,fi} : \underline{1.00}$$

$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra

$$f_{c,0,k} : \underline{29.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_{M,fi} : \underline{1.00}$$

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{fi} : \underline{1.25}$$

$f_{m,d,fi}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$$f_{m,v,d,fi} : \underline{62.50} \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d,fi} : \underline{62.50} \text{ MPa}$$

$$f_{m,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot k_{h,fi} \cdot f_{m,k} / \gamma_{M,fi}$$

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión

$k_{h,fi}$: Factor de altura, dado por:

$$k_{mod,fi} : \underline{1.00}$$

$$f_{m,k} : \underline{50.00} \text{ MPa}$$

$$k_{h,v,fi} : \underline{1.00}$$

$$k_{h,z,fi} : \underline{1.00}$$

Eje y:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza superiores o iguales a 150 mm:

$$k_{h,fi} = 1.0$$

Eje z:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza superiores o iguales a 150 mm:

$$k_{h,fi} = 1.0$$

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

k_m : Factor que tiene en cuenta el efecto de redistribución de tensiones bajo flexión esviada y la falta de homogeneidad del material en la sección transversal

$\chi_{c,fi}$: Factor de inestabilidad

$$\gamma_{M,fi} : \underline{1.00}$$

$$k_{fi} : \underline{1.25}$$

$$k_m : \underline{0.70}$$

$$\chi_{c,v,fi} : \underline{0.25}$$

$$\chi_{c,z,fi} : \underline{0.20}$$

Resistencia a cortante y torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.8 - 6.1.9, Criterio de CYPE Ingenieros y CTE DB SI: E.2)

La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a momento torsor ni a esfuerzo cortante.

Comprobación viga cubrera

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-M) - TEMPERATURA AMBIENTE											Estado
	$N_{t,0,d}$	$N_{c,0,d}$	$M_{y,d}$	$M_{z,d}$	$V_{y,d}$	$V_{z,d}$	$M_{x,d}$	$M_{y,d}M_{z,d}$	$N_{t,0,d}M_{y,d}M_{z,d}$	$N_{c,0,d}M_{y,d}M_{z,d}$	$M_{x,d}V_{y,d}V_{z,d}$	
N28/N9 1	N.P.(8)	$\eta = 5.4$	x: 0.7 m $\eta = 7.8$	x: 0.7 m $\eta = 0.1$	$\square = 0.1$	x: 0.7 m $\eta = 13.5$	N.P.(4)	x: 0.7 m $\eta = 7.8$	N.P.(9)	x: 0.7 m $\eta = 8.1$	N.P.(7)	CUMPLE $\eta = 13.5$

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-M) - TEMPERATURA AMBIENTE											Estado
	$N_{t,0,d}$	$N_{c,0,d}$	$M_{y,d}$	$M_{z,d}$	$V_{y,d}$	$V_{z,d}$	$M_{x,d}$	$M_{y,d}M_{z,d}$	$N_{t,0,d}M_{y,d}M_{z,d}$	$N_{c,0,d}M_{y,d}M_{z,d}$	$M_{x,d}V_{y,d}V_{z,d}$	
Notación: $N_{t,0,d}$: Resistencia a tracción uniforme paralela a la fibra $N_{c,0,d}$: Resistencia a compresión uniforme paralela a la fibra $M_{y,d}$: Resistencia a flexión en el eje y $M_{z,d}$: Resistencia a flexión en el eje z $V_{y,d}$: Resistencia a cortante en el eje y $V_{z,d}$: Resistencia a cortante en el eje z $M_{x,d}$: Resistencia a torsión $M_{y,d}M_{z,d}$: Resistencia a flexión esviada $N_{t,0,d}M_{y,d}M_{z,d}$: Resistencia a flexión y tracción axial combinadas $N_{c,0,d}M_{y,d}M_{z,d}$: Resistencia a flexión y compresión axial combinadas $M_{x,d}V_{y,d}V_{z,d}$: Resistencia a cortante y torsor combinados x : Distancia al origen de la barra η : Coeficiente de aprovechamiento (%) $N.P.$: No procede												
Comprobaciones que no proceden (N.P.): ⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión. ⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento flector. ⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante. ⁽⁴⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. ⁽⁵⁾ La comprobación no procede, ya que no hay flexión esviada para ninguna combinación. ⁽⁶⁾ La comprobación no procede, ya que la barra no esta sometida a flexión y compresión combinadas. ⁽⁷⁾ La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a momento torsor ni a esfuerzo cortante. ⁽⁸⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción. ⁽⁹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación.												

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-M) - SITUACIÓN DE INCENDIO											Estado
	$N_{t,0,d}$	$N_{c,0,d}$	$M_{y,d}$	$M_{z,d}$	$V_{y,d}$	$V_{z,d}$	$M_{x,d}$	$M_{y,d}M_{z,d}$	$N_{t,0,d}M_{y,d}M_{z,d}$	$N_{c,0,d}M_{y,d}M_{z,d}$	$M_{x,d}V_{y,d}V_{z,d}$	
N28/N91	N.P.(8)	$\eta = 1.8$	$x: 0.7 \text{ m}$ $\eta = 3.1$	$x: 0.7 \text{ m}$ $\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$x: 0.7 \text{ m}$ $\eta = 4.4$	N.P.(4)	$x: 0.7 \text{ m}$ $\eta = 3.1$	N.P.(9)	$x: 0.7 \text{ m}$ $\eta = 3.2$	N.P.(7)	CUMPLE $\eta = 4.4$
<p>Notación:</p> <p>$N_{t,0,d}$: Resistencia a tracción uniforme paralela a la fibra $N_{c,0,d}$: Resistencia a compresión uniforme paralela a la fibra $M_{y,d}$: Resistencia a flexión en el eje y $M_{z,d}$: Resistencia a flexión en el eje z $V_{y,d}$: Resistencia a cortante en el eje y $V_{z,d}$: Resistencia a cortante en el eje z $M_{x,d}$: Resistencia a torsión $M_{y,d}M_{z,d}$: Resistencia a flexión esviada $N_{t,0,d}M_{y,d}M_{z,d}$: Resistencia a flexión y tracción axial combinadas $N_{c,0,d}M_{y,d}M_{z,d}$: Resistencia a flexión y compresión axial combinadas $M_{x,d}V_{y,d}V_{z,d}$: Resistencia a cortante y torsor combinados x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%) $N.P.$: No procede</p>												
<p>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</p> <p>(1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión. (2) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector. (3) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante. (4) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. (5) La comprobación no procede, ya que no hay flexión esviada para ninguna combinación. (6) La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a flexión y compresión combinadas. (7) La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a momento torsor ni a esfuerzo cortante. (8) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción. (9) La comprobación no procede, ya que no hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación.</p>												

ANEJO 2. SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO (DB SI)

SI 1: PROPAGACIÓN INTERIOR

Compartimentación en sectores de incendio

Las distintas zonas del edificio se agrupan en sectores de incendio, en las condiciones que se establecen en la tabla 1.1 (CTE DB SI 1 Propagación interior), que se compartimentan mediante elementos cuya resistencia al fuego satisface las condiciones establecidas en la tabla 1.2 (CTE DB SI 1 Propagación interior).

A efectos del cómputo de la superficie de un sector de incendio, se considera que los locales de riesgo especial, las escaleras y pasillos protegidos, los vestíbulos de independencia y las escaleras compartimentadas como sector de incendios, que estén contenidos en dicho sector no forman parte del mismo.

El uso principal del edificio es Vivienda unifamiliar y se desarrolla en un único sector.

Sectores de incendio							
Sector	Sup. construida (m ²)		Uso previsto ⁽¹⁾	Resistencia al fuego del elemento compartimentador ⁽²⁾			
	Norma	Proyecto		Paredes y techos ⁽³⁾		Puertas	
				Norma	Proyecto	Norma	Proyecto
Sector de incendio	2500	392.27	Vivienda unifamiliar	EI 60	-	EI ₂ 30-C5	-
Notas: ⁽¹⁾ Según se consideran en el Anejo A Terminología (CTE DB SI). Para los usos no contemplados en este Documento Básico, se procede por asimilación en función de la densidad de ocupación, movilidad de los usuarios, etc. ⁽²⁾ Los valores mínimos están establecidos en la tabla 1.2 (CTE DB SI 1 Propagación interior). ⁽³⁾ Los techos tienen una característica 'REI', al tratarse de elementos portantes y compartimentadores de incendio.							

Locales de riesgo especial

No existen zonas de riesgo especial en el edificio.

Espacios ocultos. Paso de instalaciones a través de elementos de compartimentación de incendios.

La compartimentación contra incendios de los espacios ocupables tiene continuidad en los espacios ocultos, tales como patinillos, cámaras, falsos techos, suelos elevados, etc., salvo cuando éstos se compartimentan respecto de los primeros al menos con la misma resistencia al fuego, pudiendo reducirse ésta a la mitad en los registros para mantenimiento.

Se limita a tres plantas y una altura de 10 m el desarrollo vertical de las cámaras no estancas en las que existan elementos cuya clase de reacción al fuego no sea B-s3-d2, B_L-s3-d2 o mejor.

La resistencia al fuego requerida en los elementos de compartimentación de incendio se mantiene en los puntos en los que dichos elementos son atravesados por elementos de las instalaciones, tales como cables, tuberías, conducciones, conductos de ventilación, etc., excluidas las penetraciones cuya sección de paso no exceda de 50 cm².

Para ello, se optará por una de las siguientes alternativas:

- a) Mediante elementos que, en caso de incendio, obturen automáticamente la sección de paso y garanticen en dicho punto una resistencia al fuego al menos igual a la del elemento atravesado; por ejemplo, una compuerta cortafuegos automática EI t(i«o) ('t' es el tiempo de resistencia al fuego requerido al elemento de compartimentación atravesado), o un dispositivo intumescente de obturación.
- b) Mediante elementos pasantes que aporten una resistencia al menos igual a la del elemento atravesado, por ejemplo, conductos de ventilación EI t(i«o) ('t' es el tiempo de resistencia al fuego requerido al elemento de compartimentación atravesado).

Reacción al fuego de elementos constructivos, decorativos y de mobiliario

Los elementos constructivos utilizados cumplen las condiciones de reacción al fuego que se establecen en la tabla 4.1 (CTE DB SI 1 Propagación interior).

Las condiciones de reacción al fuego de los componentes de las instalaciones eléctricas (cables, tubos, bandejas, regletas, armarios, etc.) se regulan en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT-2002).

Reacción al fuego		
Situación del elemento	Revestimiento ⁽¹⁾	
	Techos y paredes ⁽²⁾⁽³⁾	Suelos ⁽²⁾
Espacios ocultos no estancos: patinillos, falsos techos ⁽⁴⁾ , suelos elevados, etc.	B-s3, d0	B _{FL} -s2 ⁽⁵⁾
<p>Notas:</p> <p>⁽¹⁾ Siempre que se supere el 5% de las superficies totales del conjunto de las paredes, del conjunto de los techos o del conjunto de los suelos del recinto considerado.</p> <p>⁽²⁾ Incluye las tuberías y conductos que transcurren por las zonas que se indican sin recubrimiento resistente al fuego. Cuando se trate de tuberías con aislamiento térmico lineal, la clase de reacción al fuego será la que se indica, pero incorporando el subíndice 'L'.</p> <p>⁽³⁾ Incluye a aquellos materiales que constituyan una capa, contenida en el interior del techo o pared, que no esté protegida por otra que sea EI 30 como mínimo.</p> <p>⁽⁴⁾ Excepto en falsos techos existentes en el interior de las viviendas.</p> <p>⁽⁵⁾ Se refiere a la parte inferior de la cavidad. Por ejemplo, en la cámara de los falsos techos se refiere al material situado en la cara superior de la membrana. En espacios con clara configuración vertical (por ejemplo, patinillos), así como cuando el falso techo esté constituido por una celosía, retícula o entramado abierto con una función acústica, decorativa, etc., esta condición no es aplicable.</p>		

SI 3: EVACUACIÓN DE OCUPANTES

Compatibilidad de los elementos de evacuación

Los elementos de evacuación del edificio no deben cumplir ninguna condición especial de las definidas en el apartado 1 (DB SI 3), al no estar previsto en él ningún establecimiento de uso 'Comercial' o 'Pública Concurrencia', ni establecimientos de uso 'Docente', 'Hospitalario', 'Residencial Público' o 'Administrativo', de superficie construida mayor de 1500 m².

Cálculo de ocupación, salidas y recorridos de evacuación

El cálculo de la ocupación del edificio se ha resuelto mediante la aplicación de los valores de densidad de ocupación indicados en la tabla 2.1 (DB SI 3), en función del uso y superficie útil de cada zona de incendio del edificio.

En el recuento de las superficies útiles para la aplicación de las densidades de ocupación, se ha tenido en cuenta el carácter simultáneo o alternativo de las distintas zonas del edificio, según el régimen de actividad y uso previsto del mismo, de acuerdo al punto 2.2 (DB SI 3).

El número de salidas necesarias y la longitud máxima de los recorridos de evacuación asociados, se determinan según lo expuesto en la tabla 3.1 (DB SI 3), en función de la ocupación calculada. En los casos donde se necesite o proyecte más de una salida, se aplican las hipótesis de asignación de ocupantes del punto 4.1 (DB SI 3), tanto para la inutilización de salidas a efectos de cálculo de capacidad de las escaleras, como para la determinación del ancho necesario de las salidas, establecido conforme a lo indicado en la tabla 4.1 (DB SI 3).

En la planta de desembarco de las escaleras, se añade a los recorridos de evacuación el flujo de personas que proviene de las mismas, con un máximo de 160 A personas (siendo 'A' la anchura, en metros, del desembarco de la escalera), según el punto 4.1.3 (DB SI 3); y considerando el posible carácter alternativo de la ocupación que desalojan, si ésta proviene de zonas del edificio no ocupables simultáneamente, según el punto 2.2 (DB SI 3).

Sector de incendio (Uso Residencial Vivienda), ocupación: 11 personas

Señalización de los medios de evacuación

Conforme a lo establecido en el apartado 7 (DB SI 3), se utilizarán señales de evacuación, definidas en la norma UNE 23034:1988, dispuestas conforme a los siguientes criterios:

a) Las salidas de recinto, planta o edificio tendrán una señal con el rótulo "SALIDA", excepto en edificios de uso 'Residencial Vivienda' o, en otros usos, cuando se trate de salidas de recintos cuya superficie no exceda de 50 m², sean fácilmente visibles desde todos los puntos de dichos recintos y los ocupantes estén familiarizados con el edificio.

b) La señal con el rótulo "Salida de emergencia" se utilizará en toda salida prevista para uso exclusivo en caso de emergencia.

c) Se dispondrán señales indicativas de dirección de los recorridos, visibles desde todo origen de evacuación desde el que no se perciban directamente las salidas o sus señales indicativas y, en particular, frente a toda salida de un recinto con ocupación mayor que 100 personas que acceda lateralmente a un pasillo.

d) En los puntos de los recorridos de evacuación en los que existan alternativas que puedan inducir a error, también se dispondrán las señales antes citadas, de forma tal que quede claramente indicada la alternativa correcta. Tal es el caso de determinados cruces o bifurcaciones de pasillos, así como de aquellas escaleras que, en la planta de salida del edificio, continúen su trazado hacia plantas más bajas, etc.

e) En dichos recorridos, junto a las puertas que no sean salida y que puedan inducir a error en la evacuación, debe disponerse la señal con el rótulo "Sin salida" en lugar fácilmente visible pero en ningún caso sobre las hojas de las puertas.

f) Las señales se dispondrán de forma coherente con la asignación de ocupantes que se pretenda hacer a cada salida de planta, conforme a lo establecido en el apartado 4 (DB SI 3).

g) Los itinerarios accesibles para personas con discapacidad (definidos en el Anejo A de CTE DB SUA) que conduzcan a una zona de refugio, a un sector de incendio alternativo previsto para la evacuación de personas con discapacidad, o a una salida del edificio accesible, se señalarán mediante las señales establecidas en los párrafos anteriores a), b), c) y d) acompañadas del SIA (Símbolo Internacional de Accesibilidad para la movilidad). Cuando dichos itinerarios accesibles conduzcan a una zona de refugio o a un sector de incendio alternativo previsto para la evacuación de personas con discapacidad, irán además acompañadas del rótulo "ZONA DE REFUGIO".

h) La superficie de las zonas de refugio se señalará mediante diferente color en el pavimento y el rótulo "ZONA DE REFUGIO" acompañado del SIA colocado en una pared adyacente a la zona.

Las señales serán visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal. Cuando sean fotoluminiscentes, sus características de emisión luminosa cumplirán lo establecido en las normas UNE 23035-1:2003, UNE 23035-2:2003 y UNE 23035-4:2003 y su mantenimiento se realizará conforme a lo establecido en la norma UNE 23035-3:2003.

Control del humo de incendio

No se ha previsto en el edificio ningún sistema de control del humo de incendio, por no existir en él ninguna zona correspondiente a los usos recogidos en el apartado 8 (DB SI 3):

a) Zonas de uso Aparcamiento que no tengan la consideración de aparcamiento abierto;

b) Establecimientos de uso Comercial o Pública Concurrencia cuya ocupación exceda de 1000 personas;

c) Atrios, cuando su ocupación, en el conjunto de las zonas y plantas que constituyan un mismo sector de incendio, exceda de 500 personas, o bien cuando esté prevista su utilización para la evacuación de más de 500 personas.

SI 4: INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Dotación de instalaciones de protección contra incendios

El edificio dispone de los equipos e instalaciones de protección contra incendios requeridos según la tabla 1.1 de DB SI 4 Instalaciones de protección contra incendios. El diseño, ejecución, puesta en funcionamiento y mantenimiento de dichas instalaciones, así como sus materiales, componentes y equipos, cumplirán lo establecido, tanto en el artículo 3.1 del CTE, como en el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios (RD. 1942/1993, de 5 de noviembre), en sus disposiciones complementarias y en cualquier otra reglamentación específica que les sea de aplicación.

Dotación de instalaciones de protección contra incendios en los sectores de incendio					
Dotación	Extintores portátiles	Bocas de incendio equipadas	Columna seca	Sistema de detección y alarma	Instalación automática de extinción
Sector de incendio (Uso 'Vivienda unifamiliar')					
Norma	No	No	No	No	No
Proyecto	No	No	No	No	No

Señalización de las instalaciones manuales de protección contra incendios

Los medios de protección contra incendios de utilización manual (extintores, bocas de incendio, hidrantes exteriores, pulsadores manuales de alarma y dispositivos de disparo de sistemas de extinción) están señalizados mediante las correspondientes señales definidas en la norma UNE 23033-1. Las dimensiones de dichas señales, dependiendo de la distancia de observación, son las siguientes:

- De 210 x 210 mm cuando la distancia de observación es menor a 10 m.
- De 420 x 420 mm cuando la distancia de observación está entre 10 y 20 m.
- De 594 x 594 mm cuando la distancia de observación está entre 20 y 30 m.

Las señales serán visibles, incluso en caso de fallo en el suministro eléctrico del alumbrado normal, mediante el alumbrado de emergencia o por fotoluminiscencia. Para las señales fotoluminiscentes, sus características de emisión luminosa cumplen lo establecido en las normas UNE 23035-1:2003, UNE 23035-2:2003 y UNE 23035-4:2003 y su mantenimiento se realizará conforme a lo establecido en la norma UNE 23035-3:2003.

SI 5: INTERVENCIÓN DE LOS BOMBEROS

Condiciones de aproximación y entorno

Como la altura de evacuación del edificio (0.0 m) es inferior a 9 m, según el punto 1.2 (CTE DB SI 5) no es necesario justificar las condiciones del vial de aproximación, ni del espacio de maniobra para los bomberos, a disponer en las fachadas donde se sitúan los accesos al edificio.

Accesibilidad por fachada

Como la altura de evacuación del edificio (0.0 m) es inferior a 9 m, según el punto 1.2 (CTE DB SI 5) no es necesario justificar las condiciones de accesibilidad por fachada para el personal del servicio de extinción de incendio.

SI 6: RESISTENCIA AL FUEGO DE LA ESTRUCTURA

Elementos estructurales principales

La resistencia al fuego de los elementos estructurales principales del edificio es suficiente si se cumple alguna de las siguientes condiciones:

- a) Alcanzan la clase indicada en las tablas 3.1 y 3.2 (CTE DB SI 6 Resistencia al fuego de la estructura), que representan el tiempo de resistencia en minutos ante la acción representada por la curva normalizada tiempo-temperatura en función del uso del sector de incendio o zona de riesgo especial, y de la altura de evacuación del edificio.
- b) Soportan dicha acción durante el tiempo equivalente de exposición al fuego indicado en el Anejo B (CTE DB SI Seguridad en caso de incendio).

Resistencia al fuego de la estructura						
Sector o local de riesgo especial ⁽¹⁾	Uso de la zona inferior al forjado considerado	Planta superior al forjado considerado	Material estructural considerado ⁽²⁾			Estabilidad al fuego mínima de los elementos estructurales ⁽³⁾
			Soportes	Vigas	Forjados	
Sector de incendio	Vivienda unifamiliar	Planta 1	estructura de madera	estructura de madera	estructura de madera	R 30
Sector de incendio	Vivienda unifamiliar	Planta 2	estructura de madera	estructura de madera	estructura de madera	R 30
Sector de incendio	Vivienda unifamiliar	Cubierta	estructura de madera	estructura de madera	estructura de madera	R 30

Notas:

⁽¹⁾ Sector de incendio, zona de riesgo especial o zona protegida de mayor limitación en cuanto al tiempo de resistencia al fuego requerido a sus elementos estructurales. Los elementos estructurales interiores de una escalera protegida o de un pasillo protegido serán como mínimo R 30. Cuando se trate de escaleras especialmente protegidas no es necesario comprobar la resistencia al fuego de los elementos estructurales.

⁽²⁾ Se define el material estructural empleado en cada uno de los elementos estructurales principales (soportes, vigas, forjados, losas, tirantes, etc.)

⁽³⁾ La resistencia al fuego de un elemento se establece comprobando las dimensiones de su sección transversal, obteniendo su resistencia por los métodos simplificados de cálculo dados en los Anejos B a F (CTE DB SI Seguridad en caso de incendio), aproximados para la mayoría de las situaciones habituales.

ANEJO 3. SEGURIDAD DE UTILIZACIÓN Y ACCESIBILIDAD (DB SUA)

SUA I: SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO DE CAÍDAS

Se limitará el riesgo de los usuarios sufran caídas, para lo cual los suelos serán adecuados para favorecer que las personas no resbalen, tropiecen o se dificulte la movilidad. Asimismo se limitará el riesgo de caídas en huecos, en cambios de nivel y en escaleras y rampas facilitándose la limpieza de los acristalamientos exteriores en condiciones de seguridad.

Resbaladidad de los suelos

Con el fin de limitar el riesgo de resbalamiento, los suelos de los edificios o zonas de uso Residencial Público, Sanitario, Docente, Comercial, Administrativo y Pública Concurrencia, excluidas las zonas de ocupación nula definidas en el anejo SI A del DB SI, tendrán una clase adecuada conforme al punto 3 de este apartado. Los suelos se clasifican, en función de su valor de resistencia al deslizamiento R_d , de acuerdo con lo establecido en la tabla 1.1:

Tabla 1.1 Clasificación de los suelos según su resbaladidad	
Resistencia al deslizamiento R_d	Clase
$R_d \leq 15$	0
$15 < R_d \leq 35$	1
$35 < R_d \leq 45$	2
$R_d > 45$	3

El valor de resistencia al deslizamiento R_d se determina mediante el ensayo del péndulo descrito en el Anejo A de la norma UNE-ENV 12633:2003 empleando la escala C en probetas sin desgaste acelerado. La muestra seleccionada será representativa de las condiciones más desfavorables de resbaladidad.

La tabla 1.2 indica la clase que deben tener los suelos, como mínimo, en función de su localización. Dicha clase se mantendrá durante la vida útil del pavimento.

Tabla 1.2 Clase exigible a los suelos en función de su localización	
Localización y características del suelo	Clase
Zonas interiores secas	
- superficies con pendiente menor que el 6%	1
- superficies con pendiente igual o mayor que el 6% y escaleras	2
Zonas interiores húmedas, tales como las entradas a los edificios desde el espacio exterior ⁽¹⁾ , terrazas cubiertas, vestuarios, baños, aseos, cocinas, etc.	
- superficies con pendiente menor que el 6%	2
- superficies con pendiente igual o mayor que el 6% y escaleras	3
Zonas exteriores. Piscinas ⁽²⁾ . Duchas.	3

⁽¹⁾ Excepto cuando se trate de accesos directos a zonas de uso restringido.

⁽²⁾ En zonas previstas para usuarios descalzos y en el fondo de los vasos, en las zonas en las que la profundidad no exceda de 1,50 m.

Discontinuidad del pavimento

Con el fin de limitar el riesgo de caídas como consecuencia de traspies o de tropiezos el suelo debe cumplir las condiciones siguientes:

- No tendrá juntas que presenten un resalto de más de 4 mm. Los elementos salientes del nivel del pavimento, puntuales y de pequeña dimensión (por ejemplo, los cerraderos de puertas) no deben sobresalir del pavimento más de 12 mm y el saliente que exceda de 6 mm en sus caras enfrentadas al sentido de circulación de las personas no debe formar un ángulo con el pavimento que exceda de 45°.
- Los desniveles que no excedan de 5 cm se resolverán con una pendiente que no exceda el 25%;
- En zonas para circulación de personas, el suelo no presentará perforaciones o huecos por los que pueda introducirse una esfera de 1,5 cm de diámetro.

Desniveles

1. Protección de desniveles

Con el fin de limitar el riesgo de caída, existirán barreras de protección en los desniveles, huecos y aberturas (tanto horizontales como verticales) balcones, ventanas, etc. con una diferencia de cota mayor que 55 cm, excepto cuando la disposición constructiva haga muy improbable la caída o cuando la barrera sea incompatible con el uso previsto.

2. Características de las barreras de protección

- Altura: Las barreras de protección tendrán, como mínimo, una altura de 0,90 m cuando la diferencia de cota que protegen no exceda de 6m.

La altura se medirá verticalmente desde el nivel del suelo o, en el caso de escaleras, desde la línea de inclinación definida por los vértices de peldaños, hasta el límite superior de la barrera.

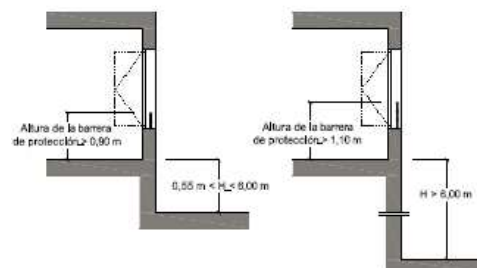


Figura 3.1 Barreras de protección en ventanas.

- Resistencia: Las barreras de protección tendrán una resistencia y una rigidez suficiente para resistir la fuerza horizontal establecida en el apartado 3.2.1 del Documento Básico SEAE, en función de la zona en que se encuentren.

- Características constructivas

En cualquier zona de los edificios de uso Residencial Vivienda las barreras de protección, incluidas las de las escaleras y rampas, estarán diseñadas de forma que:

- No puedan ser fácilmente escaladas por los niños, para lo cual:

- En la altura comprendida entre 30 cm y 50 cm sobre el nivel del suelo o sobre la línea de inclinación de una escalera no existirán puntos de apoyo, incluidos salientes sensiblemente horizontales con más de 5 cm de saliente.
- En la altura comprendida entre 50 cm y 80 cm sobre el nivel del suelo no existirán salientes que tengan una superficie sensiblemente horizontal con más de 15 cm de fondo.
- No tengan aberturas que puedan ser atravesadas por una esfera de 10 cm de diámetro, exceptuándose las aberturas triangulares que forman la huella y la contrahuella de los peldaños con el límite inferior de la barandilla, siempre que la distancia entre este límite y la línea de inclinación de la escalera no exceda de 5 cm.



Escaleras y rampas

Escaleras de uso restringido

- La anchura de cada tramo será de 0,80 m, como mínimo.
- La contrahuella será de 20 cm, como máximo, y la huella de 22 cm, como mínimo. La dimensión de toda huella se medirá, en cada peldaño, según la dirección de la marcha. En escaleras de trazado curvo, la huella se medirá en el eje de la escalera, cuando la anchura de esta sea menor que 1 m y a 50 cm del lado más estrecho cuando sea mayor. Además la huella medirá 5 cm, como mínimo, en el lado más estrecho y 44 cm, como máximo, en el lado más ancho.
- Podrán disponerse mesetas partidas con peldaños a 45 ° y escalones sin tabica. En este último caso la proyección de las huellas se superpondrá al menos 2,5 cm (véase figura 4.1). La medida de la huella no incluirá la proyección vertical de la huella del peldaño superior.
- Dispondrán de barandilla en sus lados abiertos.

Limpieza de acristalamientos exteriores

En edificios de uso Residencial Vivienda, los acristalamientos que se encuentren a una altura de más de 6 m sobre la rasante exterior con vidrio transparente cumplirán las condiciones que se indican a continuación, salvo cuando sean practicables o fácilmente desmontables, permitiendo su limpieza desde el interior.

En el presente proyecto, los acristalamientos se encuentran todos a una cota menor de 6 metros sobre la rasante exterior por lo que no es aplicable este punto.

SUA 2: SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO DE IMPACTO O ATRAPAMIENTO

Se eliminará el riesgo de que los usuarios puedan sufrir impacto o atrapamiento con elementos fijos o practicables del edificio.

1. Impacto con elementos fijos

- La altura libre de paso en zonas de circulación será, como mínimo, 2,10 m en zonas de uso restringido y 2,20 m en el resto de las zonas. En los umbrales de las puertas la altura libre será 2 m, como mínimo.
- Los elementos fijos que sobresalgan de las fachadas y que estén situados sobre zonas de circulación estarán a una altura de 2,20 m, como mínimo.
- En zonas de circulación, las paredes carecerán de elementos salientes que no arranquen del suelo, que vuelen más de 15 cm en la zona de altura comprendida entre 15 cm y 2,20 m medida a partir del suelo y que representen riesgo de impacto.
- Se limitará el riesgo de impacto con elementos volados cuya altura sea menos que 2 m, tales como mesetas o tramos de escalera, de rampas, etc, disponiendo elementos fijos que restrinjan el acceso hasta ellos y permitirán su detección por los bastones de personas con discapacidad visual.

2. Atrapamiento

Los elementos de apertura y cierre automáticos dispondrán de dispositivos de protección adecuados al tipo de accionamiento y cumplirán con las especificaciones técnicas propias.

SUA 3: SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO DE APRISIONAMIENTO

Se limitará el riesgo de que los usuarios puedan quedar accidentalmente aprisionados en recintos.

Aprisionamiento

Cuando las puertas de un recinto tengan dispositivo para su bloqueo desde el interior y las personas puedan quedar accidentalmente atrapadas dentro del mismo, existirá algún sistema de desbloqueo de las puertas desde el exterior del recinto. Excepto en el caso de los baños o los aseos de viviendas, dichos recintos tendrán iluminación controlada desde su interior.

SUA 9: ACCESIBILIDAD

Se facilitará el acceso y la utilización no discriminatoria, independiente y segura de los edificios a las personas con discapacidad. Dentro de los límites de las viviendas, incluidas las unifamiliares y sus zonas exteriores privativas, las condiciones de accesibilidad únicamente son exigibles en aquellas que deban ser accesibles.

La parcela dispondrá de al menos un itinerario accesible que comunique a una entrada principal al edificio, y en conjunto de viviendas unifamiliares una entrada a la zona privativa de cada vivienda con la vía pública y con las zonas comunes exteriores propios.

ANEJO 4. SALUBRIDAD (DB HS)

HS 1. PROTECCIÓN CONTRA LA HUMEDAD

SUELOS**Grado de impermeabilidad**

El grado de impermeabilidad mínimo exigido a los suelos que están en contacto con el terreno se obtiene mediante la tabla 2.3 de CTE DB HS 1, en función de la presencia de agua y del coeficiente de permeabilidad del terreno.

La presencia de agua depende de la posición relativa de cada suelo en contacto con el terreno respecto al nivel freático.

Coeficiente de permeabilidad del terreno: $K_s: 1 \times 10^{-4} \text{ cm/s}^{(1)}$

Condiciones de las soluciones constructivas**Solera ventilada** **C2+C3**

Solera ventilada de hormigón armado de 55 cm de canto, sobre encofrado perdido de módulos de polipropileno reciclado, realizada con hormigón HA-25/B/12/IIa fabricado en central, y vertido con cubilote, y malla electrosoldada ME 15x15 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080 sobre separadores homologados, en capa de compresión de 5 cm de espesor.

Presencia de agua: **Baja**
 Grado de impermeabilidad: **2⁽¹⁾**
 Tipo de suelo: **Placa⁽²⁾**
 Tipo de intervención en el terreno: **Subbase⁽³⁾**

Notas:

⁽¹⁾ Este dato se obtiene de la tabla 2.3, apartado 2.2 de DB HS 1 Protección frente a la humedad.

⁽²⁾ Solera armada para resistir mayores esfuerzos de flexión como consecuencia, entre otros, del empuje vertical del agua freática.

⁽³⁾ Capa de bentonita de sodio sobre hormigón de limpieza dispuesta debajo del suelo.

Constitución del suelo:

C2 Cuando el suelo se construya in situ debe utilizarse hormigón de retracción moderada.

C3 Debe realizarse una hidrofugación complementaria del suelo mediante la aplicación de un producto líquido colmatador de poros sobre la superficie terminada del mismo.

Puntos singulares de los suelos

Deben respetarse las condiciones de disposición de bandas de refuerzo y de terminación, las de continuidad o discontinuidad, así como cualquier otra que afecte al diseño, relativas al sistema de impermeabilización que se emplee.

Encuentros del suelo con los muros:

- En los casos establecidos en la tabla 2.4 de DB HS 1 Protección frente a la humedad, el encuentro debe realizarse de la forma detallada a continuación.
- Cuando el suelo y el muro sean hormigonados in situ, excepto en el caso de muros pantalla, debe sellarse la junta entre ambos con una banda elástica embebida en la masa del hormigón a ambos lados de la junta.

Encuentros entre suelos y particiones interiores:

- Cuando el suelo se impermeabilice por el interior, la partición no debe apoyarse sobre la capa de impermeabilización, sino sobre la capa de protección de la misma.

FACHADAS Y MEDIANERAS DESCUBIERTAS

Grado de impermeabilidad

El grado de impermeabilidad mínimo exigido a las fachadas se obtiene de la tabla 2.5 de CTE DB HS 1, en función de la zona pluviométrica de promedios y del grado de exposición al viento correspondientes al lugar de ubicación del edificio, según las tablas 2.6 y 2.7 de CTE DB HS 1.

Clase del entorno en el que está situado el edificio: **E1⁽¹⁾**
 Zona pluviométrica de promedios: **II⁽²⁾**
 Altura de coronación del edificio sobre el terreno: **10.9 m⁽³⁾**
 Zona eólica: **C⁽⁴⁾**
 Grado de exposición al viento: **V3⁽⁵⁾**
 Grado de impermeabilidad: **4⁽⁶⁾**

Notas:

⁽¹⁾ Clase de entorno del edificio E1 (Terreno tipo V: Centros de negocio de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura).

⁽²⁾ Este dato se obtiene de la figura 2.4, apartado 2.3 de DB HS 1 Protección frente a la humedad.

⁽³⁾ Para edificios de más de 100 m de altura y para aquellos que están próximos a un desnivel muy pronunciado, el grado de exposición al viento debe ser estudiada según lo dispuesto en DB SE-AE.

⁽⁴⁾ Este dato se obtiene de la figura 2.5, apartado 2.3 de HS1, CTE.

⁽⁵⁾ Este dato se obtiene de la tabla 2.6, apartado 2.3 de HS1, CTE.

⁽⁶⁾ Este dato se obtiene de la tabla 2.5, apartado 2.3 de HS1, CTE.

Condiciones de las soluciones constructivas

Muro de piedra	B2+C2+H1+J1+N2
----------------	----------------

Revestimiento exterior: **No**

Grado de impermeabilidad alcanzado: **4 (B2+C2+H1+J1+N1, Tabla 2.7, CTE DB HS1)**

Resistencia a la filtración de la barrera contra la penetración de agua:

B2 Debe disponerse al menos una barrera de resistencia alta a la filtración. Se consideran como tal los siguientes elementos:

- Cámara de aire sin ventilar y aislante no hidrófilo dispuestos por el interior de la hoja principal, estando la cámara por el lado exterior del aislante;
- Aislante no hidrófilo dispuesto por el exterior de la hoja principal.

Composición de la hoja principal:

C2 Debe utilizarse una hoja principal de espesor alto. Se considera como tal una fábrica cogida con mortero de:

- 1 pie de ladrillo cerámico, que debe ser perforado o macizo cuando no exista revestimiento exterior o cuando exista un revestimiento exterior discontinuo o un aislante exterior fijados mecánicamente;
- 24 cm de bloque cerámico, bloque de hormigón o piedra natural.

Higroscopicidad del material componente de la hoja principal:

H1 Debe utilizarse un material de higroscopicidad baja, que corresponde a una fábrica de:

- Ladrillo cerámico de succión $\leq 4,5 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{min})$, según el ensayo descrito en UNE EN 772-11:2001 y UNE EN 772-11:2001/A1:2006;
- Piedra natural de absorción $\leq 2 \%$, según el ensayo descrito en UNE-EN 13755:2002.

Resistencia a la filtración de las juntas entre las piezas que componen la hoja principal:

J1 Las juntas deben ser al menos de resistencia media a la filtración. Se consideran como tales las juntas de mortero sin interrupción excepto, en el caso de las juntas de los bloques de hormigón, que se interrumpen en la parte intermedia de la hoja; Resistencia a la filtración del revestimiento intermedio en la cara interior de la hoja principal:

N2 Debe utilizarse un revestimiento de resistencia alta a la filtración. Se considera como tal un enfoscado de mortero con aditivos hidrofugantes con un espesor mínimo de 15 mm o un material adherido, continuo, sin juntas e impermeable al agua del mismo espesor.

Puntos singulares de las fachadas

Deben respetarse las condiciones de disposición de bandas de refuerzo y de terminación, así como las de continuidad o discontinuidad relativas al sistema de impermeabilización que se emplee.

Juntas de dilatación:

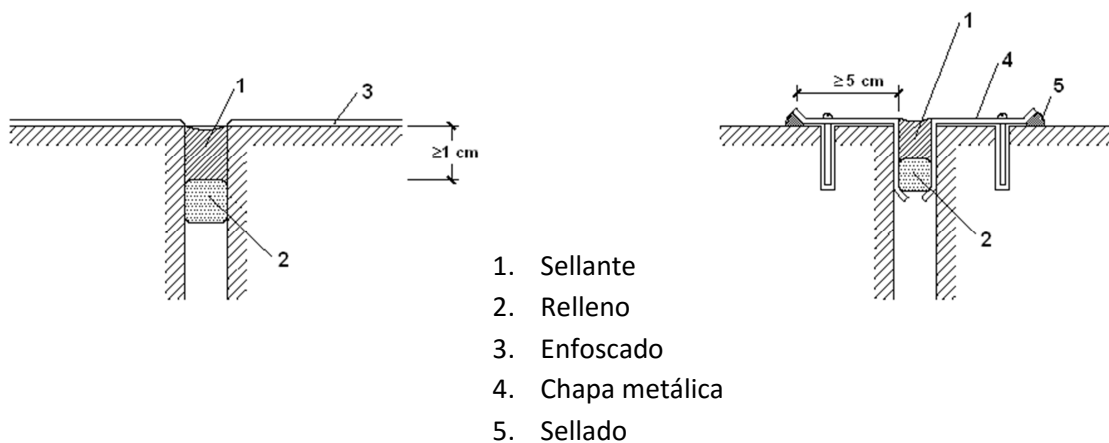
- Deben disponerse juntas de dilatación en la hoja principal de tal forma que cada junta estructural coincida con una de ellas y que la distancia entre juntas de dilatación contiguas sea como máximo la que figura en la tabla 2.1 Distancia entre

juntas de movimiento de fábricas sustentadas de DB SE-F Seguridad estructural: Fábrica.

Distancia entre juntas de movimiento de fábricas sustentadas

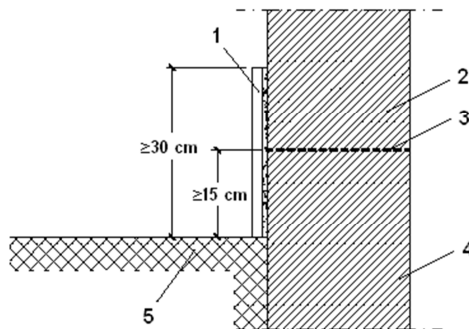
Tipo de fábrica	Distancia entre las juntas (m)
de piedra natural	30
de piezas de hormigón celular en autoclave	22
de piezas de hormigón ordinario	20
de piedra artificial	20
de piezas de árido ligero (excepto piedra pómez o arcilla expandida)	20
de piezas de hormigón ligero de piedra pómez o arcilla expandida	15

- En las juntas de dilatación de la hoja principal debe colocarse un sellante sobre un relleno introducido en la junta. Deben emplearse rellenos y sellantes de materiales que tengan una elasticidad y una adherencia suficientes para absorber los movimientos de la hoja previstos y que sean impermeables y resistentes a los agentes atmosféricos. La profundidad del sellante debe ser mayor o igual que 1 cm y la relación entre su espesor y su anchura debe estar comprendida entre 0,5 y 2. En fachadas enfoscadas debe enrasarse con el paramento de la hoja principal sin enfoscar. Cuando se utilicen chapas metálicas en las juntas de dilatación, deben disponerse las mismas de tal forma que éstas cubran a ambos lados de la junta una banda de muro de 5 cm como mínimo y cada chapa debe fijarse mecánicamente en dicha banda y sellarse su extremo correspondiente (véase la siguiente figura).
- El revestimiento exterior debe estar provisto de juntas de dilatación de tal forma que la distancia entre juntas contiguas sea suficiente para evitar su agrietamiento.



Arranque de la fachada desde la cimentación:

- Debe disponerse una barrera impermeable que cubra todo el espesor de la fachada a más de 15 cm por encima del nivel del suelo exterior para evitar el ascenso de agua por capilaridad o adoptarse otra solución que produzca el mismo efecto.
- Cuando la fachada esté constituida por un material poroso o tenga un revestimiento poroso, para protegerla de las salpicaduras, debe disponerse un zócalo de un material cuyo coeficiente de succión sea menor que el 3%, de más de 30 cm de altura sobre el nivel del suelo exterior que cubra el impermeabilizante del muro o la barrera impermeable dispuesta entre el muro y la fachada, y sellarse la unión con la fachada en su parte superior, o debe adoptarse otra solución que produzca el mismo efecto (véase la siguiente figura).



- 1.Zócalo
- 2.Fachada
- 3.Barrera impermeable
- 4.Cimentación
- 5.Suelo exterior

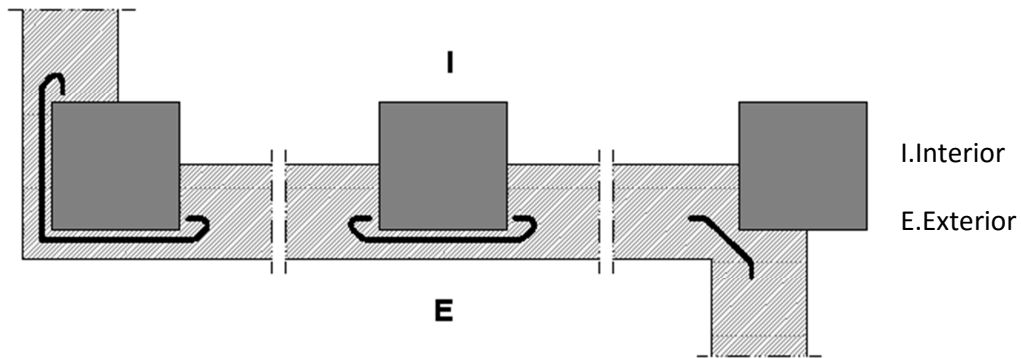
- Cuando no sea necesaria la disposición del zócalo, el remate de la barrera impermeable en el exterior de la fachada debe realizarse según lo descrito en el apartado 2.4.4.1.2 de DB HS1 Protección frente a la humedad o disponiendo un sellado.

Encuentros de la fachada con los forjados:

- Cuando en otros casos se disponga una junta de desolidarización, ésta debe tener las características anteriormente mencionadas.

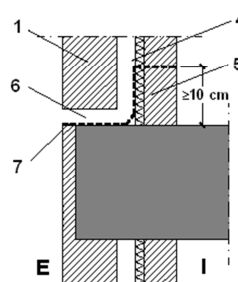
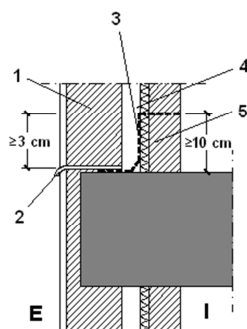
Encuentros de la fachada con los pilares:

- Cuando la hoja principal esté interrumpida por los pilares, en el caso de fachada con revestimiento continuo, debe reforzarse éste con armaduras dispuestas a lo largo del pilar de tal forma que lo sobrepasen 15 cm por ambos lados.
- Cuando la hoja principal esté interrumpida por los pilares, si se colocan piezas de menor espesor que la hoja principal por la parte exterior de los pilares, para conseguir la estabilidad de estas piezas, debe disponerse una armadura o cualquier otra solución que produzca el mismo efecto (véase la siguiente figura).



Encuentros de la cámara de aire ventilada con los forjados y los dinteles:

- Cuando la cámara quede interrumpida por un forjado o un dintel, debe disponerse un sistema de recogida y evacuación del agua filtrada o condensada en la misma.
- Como sistema de recogida de agua debe utilizarse un elemento continuo impermeable (lámina, perfil especial, etc.) dispuesto a lo largo del fondo de la cámara, con inclinación hacia el exterior, de tal forma que su borde superior esté situado como mínimo a 10 cm del fondo y al menos 3 cm por encima del punto más alto del sistema de evacuación (véase la siguiente figura). Cuando se disponga una lámina, ésta debe introducirse en la hoja interior en todo su espesor.
- Para la evacuación debe disponerse uno de los sistemas siguientes:
 - a) Un conjunto de tubos de material estanco que conduzcan el agua al exterior, separados 1,5 m como máximo (véase la siguiente figura);
 - b) Un conjunto de llagas de la primera hilada desprovistas de mortero, separadas 1,5 m como máximo, a lo largo de las cuales se prolonga hasta el exterior el elemento de recogida dispuesto en el fondo de la cámara.



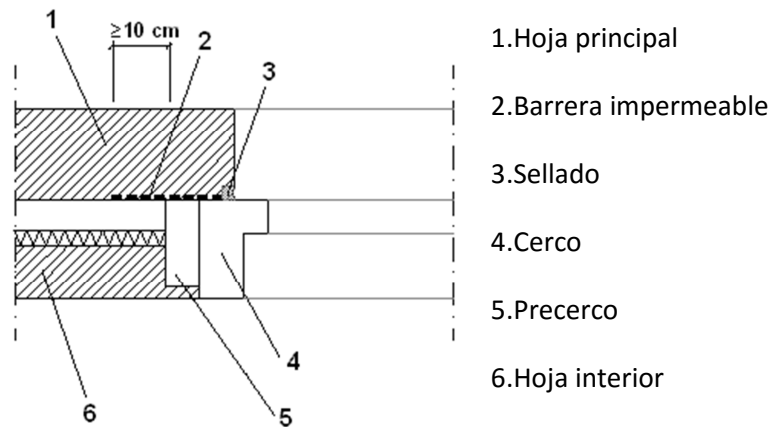
1. Hoja principal
2. Sistema de evacuación
3. Sistema de recogida
4. Cámara
5. Hoja interior
6. Llaga desprovista de mortero
7. Sistema de recogida y evacuación

I. Interior

E. Exterior

Encuentro de la fachada con la carpintería:

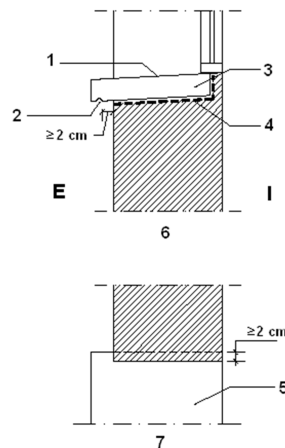
- Debe sellarse la junta entre el cerco y el muro con un cordón que debe estar introducido en un llagueado practicado en el muro de forma que quede encajado entre dos bordes paralelos.



- Cuando la carpintería esté retranqueada respecto del paramento exterior de la fachada, debe rematarse el alféizar con un vierteaguas para evacuar hacia el exterior el agua de lluvia que llegue a él y evitar que alcance la parte de la fachada inmediatamente inferior al mismo y disponerse un goterón en el dintel para evitar que el agua de lluvia discurra por la parte inferior del dintel hacia la carpintería o adoptarse soluciones que produzcan los mismos efectos.

- El vierteaguas debe tener una pendiente hacia el exterior de 10° como mínimo, debe ser impermeable o disponerse sobre una barrera impermeable fijada al cerco o al muro que se prolongue por la parte trasera y por ambos lados del vierteaguas y que tenga una pendiente hacia el exterior de 10° como mínimo. El vierteaguas debe disponer de un goterón en la cara inferior del saliente, separado del paramento exterior de la fachada al menos 2 cm, y su entrega lateral en la jamba debe ser de 2 cm como mínimo (véase la siguiente figura).

- La junta de las piezas con goterón debe tener la forma del mismo para no crear a través de ella un puente hacia la fachada.



1.Pendiente hacia el exterior

2.Goterón

3.Vierteaguas

4.Barrera impermeable

5.Vierteaguas

6.Sección

7.Planta

I.Interior

E.Exterior

Antepechos y remates superiores de las fachadas:

- Los antepechos deben rematarse con albardillas para evacuar el agua de lluvia que llegue a su parte superior y evitar que alcance la parte de la fachada inmediatamente inferior al mismo o debe adoptarse otra solución que produzca el mismo efecto.

- Las albardillas deben tener una inclinación de 10° como mínimo, deben disponer de goterones en la cara inferior de los salientes hacia los que discurre el agua, separados de los paramentos correspondientes del antepecho al menos 2 cm y deben ser impermeables o deben disponerse sobre una barrera impermeable que tenga una pendiente hacia el exterior de 10° como mínimo. Deben disponerse juntas de dilatación cada dos piezas cuando sean de piedra o prefabricadas y cada 2 m cuando sean cerámicas. Las juntas entre las albardillas deben realizarse de tal manera que sean impermeables con un sellado adecuado.

Anclajes a la fachada:

- Cuando los anclajes de elementos tales como barandillas o mástiles se realicen en un plano horizontal de la fachada, la junta entre el anclaje y la fachada debe realizarse de tal forma que se impida la entrada de agua a través de ella mediante el sellado, un elemento de goma, una pieza metálica u otro elemento que produzca el mismo efecto.

Aleros y cornisas:

- Los aleros y las cornisas de constitución continua deben tener una pendiente hacia el exterior para evacuar el agua de 10° como mínimo y los que sobresalgan más de 20 cm del plano de la fachada deben

- a) Ser impermeables o tener la cara superior protegida por una barrera impermeable, para evitar que el agua se filtre a través de ellos;

b) Disponer en el encuentro con el paramento vertical de elementos de protección prefabricados o realizados in situ que se extiendan hacia arriba al menos 15 cm y cuyo remate superior se resuelva de forma similar a la descrita en el apartado 2.4.4.1.2 de DB HS 1 Protección frente a la humedad, para evitar que el agua se filtre en el encuentro y en el remate;

c) Disponer de un goterón en el borde exterior de la cara inferior para evitar que el agua de lluvia evacuada alcance la fachada por la parte inmediatamente inferior al mismo.

- En el caso de que no se ajusten a las condiciones antes expuestas debe adoptarse otra solución que produzca el mismo efecto.

- La junta de las piezas con goterón debe tener la forma del mismo para no crear a través de ella un puente hacia la fachada.

CUBIERTAS INCLINADAS

Condiciones de las soluciones constructivas

Teja curva (Forjado madera)

Teja cerámica curva, 40x19x16 cm, color rojo.

REVESTIMIENTO DEL TECHO

Falso techo continuo para revestir, situado a una altura menor de 4 m, de placas nervadas de escayola, de 100x60 cm, con acabado liso, mediante estopadas colgantes; ACABADO SUPERFICIAL: pintura plástica con textura lisa, color blanco, acabado mate, mano de fondo y dos manos de acabado.

Formación de pendientes:

Descripción: **Tablero multicapa sobre entramado estructural**

Pendiente: **73.4 %**

Aislante térmico⁽¹⁾:

Material aislante térmico: **EPS Poliestireno Expandido [0.046 W/[mK]]**

Espesor: **12.0 cm⁽²⁾**

Barrera contra el vapor: **Sin barrera contra el vapor**

Tipo de impermeabilización:

Descripción: **Material bituminoso/bituminoso modificado**

Notas:

⁽¹⁾ Según se determine en DB HE 1 Ahorro de energía.

⁽²⁾ Debe disponerse una capa separadora bajo el aislante térmico, cuando deba evitarse el contacto entre materiales químicamente incompatibles.

Sistema de formación de pendientes

- El sistema de formación de pendientes debe tener una cohesión y estabilidad suficientes frente a las solicitaciones mecánicas y térmicas, y su constitución debe ser adecuada para el recibido o fijación del resto de componentes.
- Cuando el sistema de formación de pendientes sea el elemento que sirve de soporte a la capa de impermeabilización, el material que lo constituye debe ser compatible con el material impermeabilizante y con la forma de unión de dicho impermeabilizante a él.

Aislante térmico:

- El material del aislante térmico debe tener una cohesión y una estabilidad suficiente para proporcionar al sistema la solidez necesaria frente a las solicitaciones mecánicas.
- Cuando el aislante térmico esté en contacto con la capa de impermeabilización, ambos materiales deben ser compatibles; en caso contrario debe disponerse una capa separadora entre ellos.
- Cuando el aislante térmico se disponga encima de la capa de impermeabilización y quede expuesto al contacto con el agua, dicho aislante debe tener unas características adecuadas para esta situación.

Capa de impermeabilización:

- Cuando se disponga una capa de impermeabilización, ésta debe aplicarse y fijarse de acuerdo con las condiciones para cada tipo de material constitutivo de la misma.
- Impermeabilización con materiales bituminosos y bituminosos modificados:
 - Las láminas pueden ser de oxiasfalto o de betún modificado.
- Cuando la pendiente de la cubierta sea mayor que 15%, deben utilizarse sistemas fijados mecánicamente.
- Cuando se quiera independizar el impermeabilizante del elemento que le sirve de soporte para mejorar la absorción de movimientos estructurales, deben utilizarse sistemas no adheridos.

- Cuando se utilicen sistemas no adheridos debe emplearse una capa de protección pesada.

Tejado

- Debe estar constituido por piezas de cobertura tales como tejas, pizarra, placas, etc. El solapo de las piezas debe establecerse de acuerdo con la pendiente del elemento que les sirve de soporte y de otros factores relacionados con la situación de la cubierta, tales como zona eólica, tormentas y altitud topográfica.
- Debe recibirse o fijarse al soporte una cantidad de piezas suficiente para garantizar su estabilidad dependiendo de la pendiente de la cubierta, la altura máxima del faldón, el tipo de piezas y el solapo de las mismas, así como de la ubicación del edificio.

Teja curva (Forjado madera)

Teja cerámica curva, 40x19x16 cm, color rojo.

Formación de pendientes:

Descripción:	Tablero multicapa sobre entramado estructural
Pendiente:	73.8 %

Aislante térmico⁽¹⁾:

Material aislante térmico:	EPS Poliestireno Expandido [0.046 W/[mK]]
Espesor:	12.0 cm⁽²⁾
Barrera contra el vapor:	Sin barrera contra el vapor

Tipo de impermeabilización:

Descripción:	Material bituminoso/bituminoso modificado
--------------	--

Notas:

⁽¹⁾ Según se determine en DB HE 1 Ahorro de energía.

⁽²⁾ Debe disponerse una capa separadora bajo el aislante térmico, cuando deba evitarse el contacto entre materiales químicamente incompatibles.

Sistema de formación de pendientes

- El sistema de formación de pendientes debe tener una cohesión y estabilidad suficientes frente a las sollicitaciones mecánicas y térmicas, y su constitución debe ser adecuada para el recibido o fijación del resto de componentes.
- Cuando el sistema de formación de pendientes sea el elemento que sirve de soporte a la capa de impermeabilización, el material que lo constituye debe ser compatible con el material impermeabilizante y con la forma de unión de dicho impermeabilizante a él.

Aislante térmico:

- El material del aislante térmico debe tener una cohesión y una estabilidad suficiente para proporcionar al sistema la solidez necesaria frente a las sollicitaciones mecánicas.
- Cuando el aislante térmico esté en contacto con la capa de impermeabilización, ambos materiales deben ser compatibles; en caso contrario debe disponerse una capa separadora entre ellos.

- Cuando el aislante térmico se disponga encima de la capa de impermeabilización y quede expuesto al contacto con el agua, dicho aislante debe tener unas características adecuadas para esta situación.

Capa de impermeabilización:

- Cuando se disponga una capa de impermeabilización, ésta debe aplicarse y fijarse de acuerdo con las condiciones para cada tipo de material constitutivo de la misma.
- Impermeabilización con materiales bituminosos y bituminosos modificados:
 - Las láminas pueden ser de oxiasfalto o de betún modificado.
- Cuando la pendiente de la cubierta sea mayor que 15%, deben utilizarse sistemas fijados mecánicamente.
- Cuando se quiera independizar el impermeabilizante del elemento que le sirve de soporte para mejorar la absorción de movimientos estructurales, deben utilizarse sistemas no adheridos.
- Cuando se utilicen sistemas no adheridos debe emplearse una capa de protección pesada.

Tejado

- Debe estar constituido por piezas de cobertura tales como tejas, pizarra, placas, etc. El solapo de las piezas debe establecerse de acuerdo con la pendiente del elemento que les sirve de soporte y de otros factores relacionados con la situación de la cubierta, tales como zona eólica, tormentas y altitud topográfica.
- Debe recibirse o fijarse al soporte una cantidad de piezas suficiente para garantizar su estabilidad dependiendo de la pendiente de la cubierta, la altura máxima del faldón, el tipo de piezas y el solapo de las mismas, así como de la ubicación del edificio.

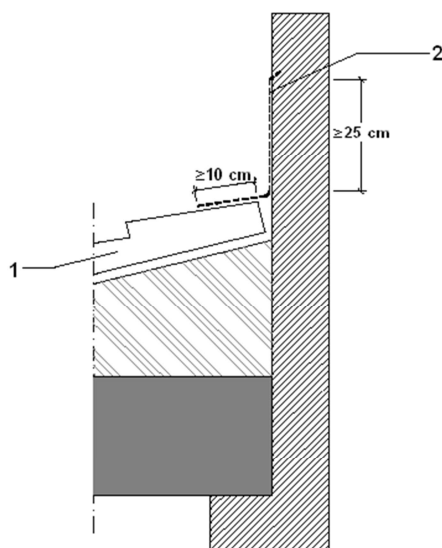
Puntos singulares de las cubiertas inclinadas

Deben respetarse las condiciones de disposición de bandas de refuerzo y de terminación, las de continuidad o discontinuidad, así como cualquier otra que afecte al diseño, relativas al sistema de impermeabilización que se emplee.

Encuentro de la cubierta con un paramento vertical:

- En el encuentro de la cubierta con un paramento vertical deben disponerse elementos de protección prefabricados o realizados in situ.
- Los elementos de protección deben cubrir como mínimo una banda del paramento vertical de 25 cm de altura por encima del tejado y su remate debe realizarse de forma similar a la descrita en las cubiertas planas.

- Cuando el encuentro se produzca en la parte inferior del faldón, debe disponerse un canalón y realizarse según lo dispuesto en el apartado 2.4.4.2.9 de DB HS 1 Protección frente a la humedad.
- Cuando el encuentro se produzca en la parte superior o lateral del faldón, los elementos de protección deben colocarse por encima de las piezas del tejado y prolongarse 10 cm como mínimo desde el encuentro (véase la siguiente figura).



1. Piezas de tejado

2. Elemento de protección del paramento vertical

Alero:

- Las piezas del tejado deben sobresalir 5 cm como mínimo y media pieza como máximo del soporte que conforma el alero.
- Cuando el tejado sea de pizarra o de teja, para evitar la filtración de agua a través de la unión de la primera hilada del tejado y el alero, debe realizarse en el borde un recalde de asiento de las piezas de la primera hilada de tal manera que tengan la misma pendiente que las de las siguientes, o debe adoptarse cualquier otra solución que produzca el mismo efecto.

Borde lateral:

- En el borde lateral deben disponerse piezas especiales que vuelen lateralmente más de 5 cm o baberos protectores realizados in situ. En el último caso el borde puede rematarse con piezas especiales o con piezas normales que vuelen 5 cm.

Limahoyas:

- En las limahoyas deben disponerse elementos de protección prefabricados o realizados in situ.
- Las piezas del tejado deben sobresalir 5 cm como mínimo sobre la limahoya.

- La separación entre las piezas del tejado de los dos faldones debe ser 20 cm. como mínimo.

Cumbreras y limatesas:

- En las cumbreras y limatesas deben disponerse piezas especiales, que deben solapar 5 cm como mínimo sobre las piezas del tejado de ambos faldones.
- Las piezas del tejado de la última hilada horizontal superior y las de la cumbrera y la limatesa deben fijarse.
- Cuando no sea posible el solape entre las piezas de una cumbrera en un cambio de dirección o en un encuentro de cumbreras este encuentro debe impermeabilizarse con piezas especiales o baberos protectores.

Encuentro de la cubierta con elementos pasantes:

- Los elementos pasantes no deben disponerse en las limahoyas.
- La parte superior del encuentro del faldón con el elemento pasante debe resolverse de tal manera que se desvíe el agua hacia los lados del mismo.
- En el perímetro del encuentro deben disponerse elementos de protección prefabricados o realizados in situ, que deben cubrir una banda del elemento pasante por encima del tejado de 20 cm de altura como mínimo.

Lucernarios:

- Deben impermeabilizarse las zonas del faldón que estén en contacto con el precerco o el cerco del lucernario mediante elementos de protección prefabricados o realizados in situ.
- En la parte inferior del lucernario, los elementos de protección deben colocarse por encima de las piezas del tejado y prolongarse 10 cm como mínimo desde el encuentro y en la superior por debajo y prolongarse 10 cm como mínimo.

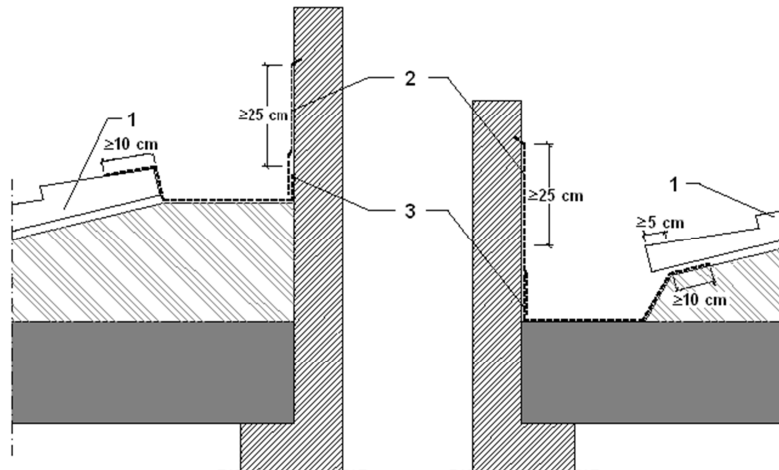
Anclaje de elementos:

- Los anclajes no deben disponerse en las limahoyas.
- Deben disponerse elementos de protección prefabricados o realizados in situ, que deben cubrir una banda del elemento anclado de una altura de 20 cm como mínimo por encima del tejado.

Canalones:

- Para la formación del canalón deben disponerse elementos de protección prefabricados o realizados in situ.
- Los canalones deben disponerse con una pendiente hacia el desagüe del 1% como mínimo.

- Las piezas del tejado que vierten sobre el canalón deben sobresalir 5 cm como mínimo sobre el mismo.
- Cuando el canalón sea visto, debe disponerse el borde más cercano a la fachada de tal forma que quede por encima del borde exterior del mismo.
- Elementos de protección prefabricados o realizados in situ de tal forma que cubran una banda del paramento vertical por encima del tejado de 25 cm como mínimo y su remate se realice de forma similar a la descrita para cubiertas planas (véase la siguiente figura).



1. Piezas de tejado

2. Elemento de protección del paramento vertical

3. Elemento de protección del canalón

- Cuando el canalón esté situado junto a un paramento vertical deben disponerse:
 - a) Cuando el encuentro sea en la parte inferior del faldón, los elementos de protección por debajo de las piezas del tejado de tal forma que cubran una banda a partir del encuentro de 10 cm de anchura como mínimo (véase la siguiente figura);
 - b) Cuando el encuentro sea en la parte superior del faldón, los elementos de protección por encima de las piezas del tejado de tal forma que cubran una banda a partir del encuentro de 10 cm de anchura como mínimo (véase la siguiente figura);
- Cuando el canalón esté situado en una zona intermedia del faldón debe disponerse de tal forma que:
 - a) El ala del canalón se extienda por debajo de las piezas del tejado 10 cm como mínimo;
 - b) La separación entre las piezas del tejado a ambos lados del canalón sea de 20 cm como mínimo.
 - c) El ala inferior del canalón debe ir por encima de las piezas del tejado.

HS 2. RECOGIDA Y EVACUACIÓN DE RESIDUOS

Espacio de almacenamiento inmediato en la vivienda

- a) Deben disponerse en cada vivienda espacios para almacenar cada una de las cinco fracciones de los residuos ordinarios generados en ella
- b) El espacio de almacenamiento de cada fracción debe tener una superficie en planta no menor que 30x30 cm y debe ser igual o mayor que 45 dm³.
- c) En el caso de viviendas aisladas o agrupadas horizontalmente, para las fracciones de papel / cartón y vidrio, puede utilizarse como espacio de almacenamiento inmediato el almacén de contenedores del edificio.
- d) Los espacios destinados a materia orgánica y envases ligeros deben disponerse en la cocina o en zonas anejas auxiliares.
- e) Estos espacios deben disponerse de tal forma que el acceso a ellos pueda realizarse sin que haya necesidad de recurrir a elementos auxiliares y que el punto más alto esté situado a una altura no mayor que 1,20 m por encima del nivel del suelo.
- f) El acabado de la superficie de cualquier elemento que esté situado a menos de 30 cm de los límites del espacio de almacenamiento debe ser impermeable y fácilmente lavable.

Cálculo de la capacidad mínima de almacenamiento

[3 dormitorios dobles]			
Fracción	CA ⁽¹⁾ (l/persona)	P _v ⁽²⁾ (ocupantes)	Capacidad (l)
Papel / cartón	10.85	6	65.10
Envases ligeros	7.80	6	46.80
Materia orgánica	3.00	6	45.00
Vidrio	3.36	6	45.00
Varios	10.50	6	63.00
Capacidad mínima total			264.90
Notas: ⁽¹⁾ CA, coeficiente de almacenamiento (l/persona), cuyo valor para cada fracción se obtiene de la tabla 2.3 del DB HS 2. ⁽²⁾ P _v , número estimado de ocupantes habituales del edificio, que equivale a la suma del número total de dormitorios sencillos y el doble de número total de dormitorios dobles.			

HS 3. CALIDAD DE AIRE INTERIOR

ABERTURAS DE VENTILACIÓN

Ventilación mecánica

Vivienda unifamiliar (Planta baja)

Cálculo de las aberturas de ventilación										
Local	Tipo	Au (m²)	No	qv (l/s)	qe (l/s)	Aberturas de ventilación				
						Tab	qa (l/s)	Amin (cm²)	Areal (cm²)	Dimensiones (mm)
Salón 2 (Salón / Comedor)	Seco	45.6	6	18.0	18.0	A	10.0	40.0	96.0	800x80x12
						A	8.0	32.0	96.0	800x80x12
						P	18.0	144.0	73.0	Holgura
									145.0	725x20x82
Aseo PSM (Baño / Aseo)	Húmedo	5.0	-	15.0	18.0	P	18.0	144.0	73.0	Holgura
									145.0	725x20x82
						E	9.0	72.0	225.0	150x33x150
						E	9.0	72.0	225.0	150x33x150
Abreviaturas utilizadas										
Au	Área útil			Tab	Tipo de abertura (A: admisión, E: extracción, P: paso, M: mixta)					
No	Número de ocupantes.			qa	Caudal de ventilación de la abertura.					
qv	Caudal de ventilación mínimo exigido.			Amin	Área mínima de la abertura.					
qe	Caudal de ventilación equilibrado (+/- entrada/salida de aire)			Areal	Área real de la abertura.					

Vivienda unifamiliar (Planta 1)

Cálculo de las aberturas de ventilación										
Local	Tipo	Au (m ²)	No	qv (l/s)	qe (l/s)	Aberturas de ventilación				
						Tab	qa (l/s)	Amin (cm ²)	Areal (cm ²)	Dimensiones (mm)
Salón (Salón / Comedor)	Seco	27.6	6	18.0	26.0	A	16.0	63.9	96.0	800x80x12
									96.0	800x80x12
						A	10.0	40.0	96.0	800x80x12
Dormitorio 2 (Dormitorio)	Seco	15.8	2	10.0	10.0	A	10.0	40.0	96.0	800x80x12
						P	10.0	80.0	80.8	Holgura
Dormitorio 1 (Dormitorio)	Seco	19.3	2	10.0	16.0	A	10.0	40.0	96.0	800x80x12
						A	6.0	23.8	96.0	800x80x12
						P	16.0	127.6	82.0	Holgura
									145.0	725x20x82
Cocina (Cocina)	Húmedo	16.0	-	31.9	31.9	A	10.0	40.0	96.0	800x80x12

Cálculo de las aberturas de ventilación										
Local	Tipo	Au (m²)	No	qv (l/s)	qe (l/s)	Aberturas de ventilación				
						Tab	qa (l/s)	Amin (cm²)	Areal (cm²)	Dimensiones (mm)
						E	16.0	127.7	122.7	Ø 125
Aseo P1 (Baño / Aseo)	Húmedo	2.1	-	15.0	15.0	P	15.0	120.0	72.5	Holgura
									145.0	725x20x82
						E	15.0	60.0	225.0	150x33x150
Baño P1 (Baño / Aseo)	Húmedo	8.7	-	15.0	15.0	P	15.0	120.0	73.0	Holgura
									145.0	725x20x82
						E	15.0	60.0	225.0	150x33x150
Abreviaturas utilizadas										
Au	Área útil				Tab	Tipo de abertura (A: admisión, E: extracción, P: paso, M: mixta)				
No	Número de ocupantes.				qa	Caudal de ventilación de la abertura.				
qv	Caudal de ventilación mínimo exigido.				Amin	Área mínima de la abertura.				
qe	Caudal de ventilación equilibrado (+/- entrada/salida de aire)				Areal	Área real de la abertura.				

Vivienda unifamiliar (Planta 2)

Cálculo de las aberturas de ventilación											
Local		Tipo	Au (m²)	No	qv (l/s)	qe (l/s)	Aberturas de ventilación				
							Tab	qa (l/s)	Amin (cm²)	Areal (cm²)	Dimensiones (mm)
Dormitorio 2 (Dormitorio)		Seco	22.8	2	10.0	15.0	A	10.0	40.0	96.0	800x80x12
							A	5.0	20.0	96.0	800x80x12
							P	15.0	120.0	73.0	Holgura
145.0	725x20x82										
Baño PBC (Baño / Aseo)		Húmedo	9.3	-	15.0	15.0	P	15.0	120.0	73.0	Holgura
										145.0	725x20x82
							E	15.0	60.0	225.0	150x33x150
Abreviaturas utilizadas											
Au	Área útil				Tab	Tipo de abertura (A: admisión, E: extracción, P: paso, M: mixta)					
No	Número de ocupantes.				qa	Caudal de ventilación de la abertura.					
qv	Caudal de ventilación mínimo exigido.				Amin	Área mínima de la abertura.					
qe	Caudal de ventilación equilibrado (+/- entrada/salida de aire)				Areal	Área real de la abertura.					

CONDUCTOS DE VENTILACIÓN

Ventilación mecánica**Conductos de extracción****1-VEM**

Cálculo de conductos									
Tramo	qv (l/s)	Sc (cm ²)	Sreal (cm ²)	Dimensiones (mm)	De (cm)	v (m/s)	Lr (m)	Lt (m)	J (mm.c.a.)
1-VEM - 1.1	33.0	82.5	122.7	125	12.5	2.7	3.4	3.4	0.426
1.1 - 1.2	18.0	45.0	78.5	100	10.0	2.3	3.9	3.9	0.483
1.1 - 1.3	15.0	37.5	78.5	100	10.0	1.9	0.5	0.5	0.045
Abreviaturas utilizadas									
qv	Caudal de aire en el conducto				v	Velocidad			
Sc	Sección calculada				Lr	Longitud medida sobre plano			
Sreal	Sección real				Lt	Longitud total de cálculo			
De	Diámetro equivalente				J	Pérdida de carga			

2-VEM

Cálculo de conductos									
Tramo	qv (l/s)	Sc (cm ²)	Sreal (cm ²)	Dimensiones (mm)	De (cm)	v (m/s)	Lr (m)	Lt (m)	J (mm.c.a.)
2-VEM - 2.1	30.0	75.0	78.5	100	10.0	3.8	0.5	0.5	0.150
2.1 - 2.2	15.0	37.5	78.5	100	10.0	1.9	3.7	3.7	0.321
2.1 - 2.3	15.0	37.5	78.5	100	10.0	1.9	0.6	0.6	0.054
Abreviaturas utilizadas									
qv	Caudal de aire en el conducto				v	Velocidad			
Sc	Sección calculada				Lr	Longitud medida sobre plano			
Sreal	Sección real				Lt	Longitud total de cálculo			
De	Diámetro equivalente				J	Pérdida de carga			

4-VEM

Cálculo de conductos									
Tramo	qv (l/s)	Sc (cm ²)	Sreal (cm ²)	Dimensiones (mm)	De (cm)	v (m/s)	Lr (m)	Lt (m)	J (mm.c.a.)
4-VEM - 4.1	31.9	79.8	122.7	125	12.5	2.6	2.1	2.1	0.242

Abreviaturas utilizadas									
qv	Caudal de aire en el conducto				v	Velocidad			
Sc	Sección calculada				Lr	Longitud medida sobre plano			
Sreal	Sección real				Lt	Longitud total de cálculo			
De	Diámetro equivalente				J	Pérdida de carga			

ASPIRADORES HÍBRIDOS, ASPIRADORES MECÁNICOS Y EXTRACTORES**Viviendas. Ventilación mecánica**

Cálculo de aspiradores		
Referencia	Caudal (l/s)	Presión (mm.c.a.)
1-VEM	33.0	1.928
2-VEM	30.0	1.491
4-VEM	31.9	1.262

HS 4. SUMINISTRO DE AGUA**ACOMETIDAS**

Tubo de polietileno PE 100, PN=10 atm, según UNE-EN 12201-2

Cálculo hidráulico de las acometidas												
Tramo	L_r (m)	L_t (m)	Q_b (m ³ /h)	K	Q (m ³ /h)	h (m.c.a.)	D_{int} (mm)	D_{com} (mm)	v (m/s)	J (m.c.a.)	P_{ent} (m.c.a.)	P_{sal} (m.c.a.)
1-2	0.54	0.65	7.02	0.40	2.81	0.30	28.00	32.00	1.27	0.05	44.50	44.15
Abreviaturas utilizadas												
L_r	Longitud medida sobre planos						D_{int}	Diámetro interior				
L_t	Longitud total de cálculo ($L_r + L_{eq}$)						D_{com}	Diámetro comercial				
Q_b	Caudal bruto						v	Velocidad				
K	Coeficiente de simultaneidad						J	Pérdida de carga del tramo				
Q	Caudal, aplicada simultaneidad ($Q_b \times K$)						P_{ent}	Presión de entrada				
h	Desnivel						P_{sal}	Presión de salida				

TUBOS DE ALIMENTACIÓN

Tubo de acero galvanizado según UNE 19048

Cálculo hidráulico de los tubos de alimentación												
Tramo	L_r (m)	L_t (m)	Q_b (m ³ /h)	K	Q (m ³ /h)	h (m.c.a.)	D_{int} (mm)	D_{com} (mm)	v (m/s)	J (m.c.a.)	P_{ent} (m.c.a.)	P_{sal} (m.c.a.)
2-3	0.96	1.15	7.02	0.40	2.81	-0.30	27.30	25.00	1.33	0.10	40.15	39.86

Cálculo hidráulico de los tubos de alimentación												
Tramo	L_r (m)	L_t (m)	Q_b (m ³ /h)	K	Q (m ³ /h)	h (m.c.a.)	D_{int} (mm)	D_{com} (mm)	v (m/s)	J (m.c.a.)	P_{ent} (m.c.a.)	P_{sal} (m.c.a.)
Abreviaturas utilizadas												
L_r	Longitud medida sobre planos						D_{int}	Diámetro interior				
L_t	Longitud total de cálculo ($L_r + L_{eq}$)						D_{com}	Diámetro comercial				
Q_b	Caudal bruto						v	Velocidad				
K	Coeficiente de simultaneidad						J	Pérdida de carga del tramo				
Q	Caudal, aplicada simultaneidad ($Q_b \times K$)						P_{ent}	Presión de entrada				
h	Desnivel						P_{sal}	Presión de salida				

INSTALACIONES PARTICULARES

Instalaciones particulares

Tubo de polietileno reticulado (PE-X), serie 5, PN=6 atm, según UNE-EN ISO 15875-2

Cálculo hidráulico de las instalaciones particulares													
Tramo	T _{usa}	L (m)	L _t (m)	Q _b (m³/h)	K	Q (m³/h)	h (m.c.a.)	D _{int} (mm)	D _{com} (mm)	v (m/s)	J (m.c.a.)	P _{ent} (m.c.a.)	P _{sal} (m.c.a.)
3-4	Instalación interior (F)	13.46	16.15	7.02	0.40	2.81	0.00	20.40	25.00	2.39	5.55	39.86	34.31
4-5	Instalación interior (F)	2.54	3.05	3.38	0.56	1.88	1.75	20.40	25.00	1.60	0.50	34.31	32.06
5-6	Instalación interior (C)	2.60	3.12	3.38	0.56	1.88	-1.75	20.40	25.00	1.60	0.51	31.06	32.30
6-7	Instalación interior (C)	6.97	8.36	3.15	0.57	1.81	6.85	16.20	20.00	2.44	3.98	32.30	21.47
7-8	Instalación interior (C)	2.17	2.60	2.92	0.59	1.73	0.00	16.20	20.00	2.33	1.14	21.47	20.33
8-9	Instalación interior (C)	6.38	7.66	0.83	0.92	0.76	3.07	16.20	20.00	1.03	0.75	20.33	16.01
9-10	Cuarto húmedo (C)	0.31	0.37	0.83	0.92	0.76	-0.18	12.40	16.00	1.76	0.14	16.01	16.05
10-11	Cuarto húmedo (C)	1.15	1.37	0.59	0.99	0.59	-0.00	12.40	16.00	1.35	0.31	16.05	15.74
11-12	Puntal (C)	3.12	3.75	0.36	1.00	0.36	-1.42	12.40	16.00	0.83	0.35	15.74	16.81
Abreviaturas utilizadas													
T _{usa}	Tipo de tubería: F (Agua fría), C (Agua caliente)						D _{int}	Diámetro interior					
L	Longitud medida sobre planos						D _{com}	Diámetro comercial					
L _t	Longitud total de cálculo (L + L _{eq})						v	Velocidad					
Q _b	Caudal bruto						J	Pérdida de carga del tramo					
K	Coeficiente de simultaneidad						P _{ent}	Presión de entrada					
Q	Caudal, aplicada simultaneidad (Q _b x K)						P _{sal}	Presión de salida					
h	Desnivel												
Instalación interior: Unifamiliar (Vivienda)													
Punto de consumo con mayor caída de presión (Du): Ducha													

Producción de A.C.S.

Cálculo hidráulico de los equipos de producción de A.C.S.		
Referencia	Descripción	Q_{cal} (m ³ /h)
Unifamiliar	Caldera a gasóleo para calefacción y ACS	1.88

Cálculo hidráulico de los equipos de producción de A.C.S.		
Referencia	Descripción	Q_{cal} (m ³ /h)
Abreviaturas utilizadas		
Q_{cal}	Caudal de cálculo	

Bombas de circulación

Cálculo hidráulico de las bombas de circulación			
Ref	Descripción	Q_{cal} (m ³ /h)	P_{cal} (m.c.a.)
	Electrobomba centrífuga, de hierro fundido, de tres velocidades, con una potencia de 0,071 kW	0.29	0.60
Abreviaturas utilizadas			
Ref	Referencia de la unidad de ocupación a la que pertenece la bomba de circulación	P_{cal}	Presión de cálculo
Q_{cal}	Caudal de cálculo		

AISLAMIENTO TÉRMICO

Aislamiento térmico de tuberías en instalación interior de A.C.S., colocada superficialmente, para la distribución de fluidos calientes (de +60°C a +100°C), formado por coquilla de espuma elastomérica, de 23 mm de diámetro interior y 25 mm de espesor.

Aislamiento térmico de tuberías en instalación interior de A.C.S., colocada superficialmente, para la distribución de fluidos calientes (de +60°C a +100°C), formado por coquilla de espuma elastomérica, de 19 mm de diámetro interior y 25 mm de espesor.

Aislamiento térmico de tuberías en instalación interior de A.C.S., colocada superficialmente, para la distribución de fluidos calientes (de +60°C a +100°C), formado por coquilla de espuma elastomérica, de 16 mm de diámetro interior y 25 mm de espesor.

Aislamiento térmico de tuberías en instalación interior de A.C.S., colocada superficialmente, para la distribución de fluidos calientes (de +60°C a +100°C), formado por coquilla de espuma elastomérica, de 23 mm de diámetro interior y 25 mm de espesor.

Aislamiento térmico de tuberías en instalación interior de A.C.S., colocada superficialmente, para la distribución de fluidos calientes (de +60°C a +100°C), formado por coquilla de espuma elastomérica, de 19 mm de diámetro interior y 25 mm de espesor.

Aislamiento térmico de tuberías en instalación interior de A.C.S., empotrada en paramento, para la distribución de fluidos calientes (de +40°C a +60°C), formado por coquilla de espuma elastomérica, con un elevado factor de resistencia a la difusión del vapor de agua, de 13,0 mm de diámetro interior y 9,5 mm de espesor.

Aislamiento térmico de tuberías en instalación interior de A.C.S., empotrada en paramento, para la distribución de fluidos calientes (de +40°C a +60°C), formado por coquilla de espuma elastomérica, con un elevado factor de resistencia a la difusión del vapor de agua, de 19,0 mm de diámetro interior y 10,0 mm de espesor.

HS 5. EVACUACIÓN DE AGUAS

RED DE AGUAS RESIDUALES

Acometida 1

Red de pequeña evacuación											
Tramo	L (m)	i (%)	UDs	D _{min} (mm)	Cálculo hidráulico						
					Q _b (m ³ /h)	K	Q _s (m ³ /h)	Y/D (%)	v (m/s)	D _{int} (mm)	D _{com} (mm)
6-7	4.08	5.00	1.00	32	1.69	1.00	1.69	-	-	26	32
6-8	1.42	28.20	4.00	110	6.77	1.00	6.77	-	-	104	110
10-11	0.98	2.00	4.00	110	6.77	1.00	6.77	-	-	104	110
10-12	1.40	2.00	1.00	32	1.69	1.00	1.69	-	-	26	32
17-18	1.95	1.00	5.00	90	8.46	0.71	5.98	43.92	0.72	84	90
18-19	1.47	2.59	1.00	32	1.69	1.00	1.69	-	-	26	32
18-20	1.90	2.00	2.00	32	3.38	1.00	3.38	-	-	26	32
18-21	1.61	2.36	2.00	40	3.38	1.00	3.38	-	-	34	40
17-22	3.44	2.00	3.00	40	5.08	1.00	5.08	-	-	34	40
17-23	1.07	2.00	4.00	110	6.77	1.00	6.77	-	-	104	110
24-25	0.38	2.00	4.00	110	6.77	1.00	6.77	-	-	104	110
24-26	1.16	2.00	5.00	75	8.46	0.71	5.98	48.26	0.93	69	75
26-27	1.22	3.32	2.00	32	3.38	1.00	3.38	-	-	26	32
26-28	2.01	2.02	1.00	32	1.69	1.00	1.69	-	-	26	32
26-29	2.03	2.00	2.00	40	3.38	1.00	3.38	-	-	34	40
32-33	3.48	2.00	3.00	40	5.08	1.00	5.08	-	-	34	40
32-34	3.85	2.00	3.00	40	5.08	1.00	5.08	-	-	34	40
Abreviaturas utilizadas											
L	Longitud medida sobre planos					Q _s	Caudal con simultaneidad (Q _b x k)				
i	Pendiente					Y/D	Nivel de llenado				
UDs	Unidades de desagüe					v	Velocidad				
D _{min}	Diámetro nominal mínimo					D _{int}	Diámetro interior comercial				
Q _b	Caudal bruto					D _{com}	Diámetro comercial				
K	Coeficiente de simultaneidad										

Acometida 1

Bajantes									
Ref.	L (m)	UDs	D _{min} (mm)	Cálculo hidráulico					
				Q _b (m ³ /h)	K	Q _s (m ³ /h)	r	D _{int} (mm)	D _{com} (mm)
9-10	4.01	5.00	110	8.46	1.00	8.46	0.126	104	110
16-17	4.01	21.00	110	35.53	0.35	12.56	0.159	104	110
17-24	3.41	9.00	110	15.23	0.58	8.79	0.129	104	110
31-32	4.01	6.00	90	10.15	1.00	10.15	0.198	84	90
Abreviaturas utilizadas									
Ref.	Referencia en planos				K	Coeficiente de simultaneidad			
L	Longitud medida sobre planos				Q _s	Caudal con simultaneidad (Q _b x k)			
UDs	Unidades de desagüe				r	Nivel de llenado			
D _{min}	Diámetro nominal mínimo				D _{int}	Diámetro interior comercial			
Q _b	Caudal bruto				D _{com}	Diámetro comercial			

Acometida 1

Colectores											
Tramo	L (m)	i (%)	UDs	D _{min} (mm)	Cálculo hidráulico						
					Q _b (m ³ /h)	K	Q _s (m ³ /h)	Y/D (%)	v (m/s)	D _{int} (mm)	D _{com} (mm)
1-2	2.07	2.00	37.00	160	62.60	0.27	16.73	27.07	1.17	152	160
2-3	6.20	2.00	10.00	160	16.92	0.58	9.77	20.38	1.00	154	160
3-4	9.88	2.00	10.00	160	16.92	0.58	9.77	20.38	1.00	154	160
4-5	7.91	2.00	10.00	160	16.92	0.58	9.77	20.38	1.00	154	160
5-6	2.13	2.00	5.00	160	8.46	1.00	8.46	18.99	0.96	154	160
5-9	4.27	9.36	5.00	160	8.46	1.00	8.46	13.05	1.65	154	160
2-15	3.79	18.05	21.00	160	35.53	0.35	12.56	13.48	2.34	154	160
15-16	0.33	2.00	21.00	160	35.53	0.35	12.56	23.10	1.08	154	160
2-31	2.50	27.55	6.00	160	10.15	1.00	10.15	11.00	2.54	154	160
Abreviaturas utilizadas											
L	Longitud medida sobre planos					Q _s	Caudal con simultaneidad (Q _b x k)				
i	Pendiente					Y/D	Nivel de llenado				
UDs	Unidades de desagüe					v	Velocidad				
D _{min}	Diámetro nominal mínimo					D _{int}	Diámetro interior comercial				
Q _b	Caudal bruto					D _{com}	Diámetro comercial				
K	Coeficiente de simultaneidad										

Acometida 1

Arquetas				
Ref.	Ltr (m)	ic (%)	D _{sal} (mm)	Dimensiones comerciales (cm)
2	2.07	2.00	160	100x100x105 cm
3	6.20	2.00	160	80x80x90 cm
4	9.88	2.00	160	60x60x70 cm
5	7.91	2.00	160	60x60x55 cm
6	2.13	2.00	160	60x60x50 cm
Abreviaturas utilizadas				
Ref.	Referencia en planos		ic	Pendiente del colector
Ltr	Longitud entre arquetas		D _{sal}	Diámetro del colector de salida

RED DE AGUAS PLUVIALES

Acometida 2

Canalones								
Tramo	A (m ²)	L (m)	i (%)	D _{min} (mm)	I (mm/h)	C	Cálculo hidráulico	
							Y/D (%)	v (m/s)
44-45	44.24	13.96	0.50	200	90.00	1.00	-	-
44-46	24.17	9.87	0.71	200	90.00	1.00	-	-
Abreviaturas utilizadas								
A	Área de descarga al canalón				I	Intensidad pluviométrica		
L	Longitud medida sobre planos				C	Coeficiente de escorrentía		
i	Pendiente				Y/D	Nivel de llenado		
D _{min}	Diámetro nominal mínimo				v	Velocidad		

Acometida 2

Bajantes (canalones)								
Ref.	A (m ²)	D _{min} (mm)	I (mm/h)	C	Cálculo hidráulico			
					Q (m ³ /h)	f	D _{int} (mm)	D _{com} (mm)
41-42	68.41	100	90.00	1.00	6.16	0.116	97	100
42-43	68.41	100	90.00	1.00	6.16	0.116	97	100
43-44	68.41	100	90.00	1.00	6.16	0.116	97	100
47-48	68.71	100	90.00	1.00	6.18	0.116	97	100
48-49	68.71	100	90.00	1.00	6.18	0.116	97	100
49-50	68.71	100	90.00	1.00	6.18	0.116	97	100
Abreviaturas utilizadas								
A	Área de descarga a la bajante				Q	Caudal		
D _{min}	Diámetro nominal mínimo				f	Nivel de llenado		
I	Intensidad pluviométrica				D _{int}	Diámetro interior comercial		
C	Coeficiente de escorrentía				D _{com}	Diámetro comercial		

Acometida 2

Colectores								
Tramo	L (m)	i (%)	D _{min} (mm)	Q _c (m ³ /h)	Cálculo hidráulico			
37-38	1.51	2.00	160	12.34	23.21	1.07	152	160
38-39	14.36	2.00	160	6.16	16.25	0.87	154	160
39-40	10.20	2.00	160	6.16	16.25	0.87	154	160
40-41	1.28	31.20	160	6.16	8.42	2.29	154	160
38-47	1.17	54.58	160	6.18	7.39	2.78	154	160
Abreviaturas utilizadas								
L	Longitud medida sobre planos			Y/D	Nivel de llenado			
i	Pendiente			v	Velocidad			
D _{min}	Diámetro nominal mínimo			D _{int}	Diámetro interior comercial			
Q _c	Caudal calculado con simultaneidad			D _{com}	Diámetro comercial			

Acometida 2

Arquetas					
Ref.	Ltr (m)	ic (%)	D _{sal} (mm)	Dimensiones comerciales (cm)	
38	1.51	2.00	160	80x80x100 cm	
39	14.36	2.00	160	60x60x70 cm	
40	10.20	2.00	160	60x60x50 cm	
Abreviaturas utilizadas					
Ref.	Referencia en planos			ic	Pendiente del colector
Ltr	Longitud entre arquetas			D _{sal}	Diámetro del colector de salida

ANEJO 5. AHORRO DE ENERGÍA (DB HE)

HE 0. LIMITACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO

RESULTADOS DEL CÁLCULO DEL CONSUMO ENERGÉTICO

Consumo energético anual por superficie útil de energía primaria no renovable.

$$C_{ep,edificio} = 51.24 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{año}) \text{ } \nless C_{ep,lim} = C_{ep,base} + F_{ep,sup}/S = 69.04 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{año})$$



donde:

$C_{ep,edificio}$: Valor calculado del consumo energético de energía primaria no renovable, kWh/(m²·año).

$C_{ep,lim}$: Valor límite del consumo energético de energía primaria no renovable para los servicios de calefacción, refrigeración y ACS, considerada la superficie útil de los espacios habitables, kWh/(m²·año).

- $C_{ep,base}$: Valor base del consumo energético de energía primaria no renovable, para la zona climática de invierno correspondiente al emplazamiento del edificio (tabla 2.1, CTE DB HE 0), 60.00 kWh/(m²·año).
- $F_{ep,sup}$: Factor corrector por superficie del consumo energético de energía primaria no renovable (tabla 2.1, CTE DB HE 0), 3000.
- S_u : Superficie útil de los espacios habitables del edificio, 331.94 m².

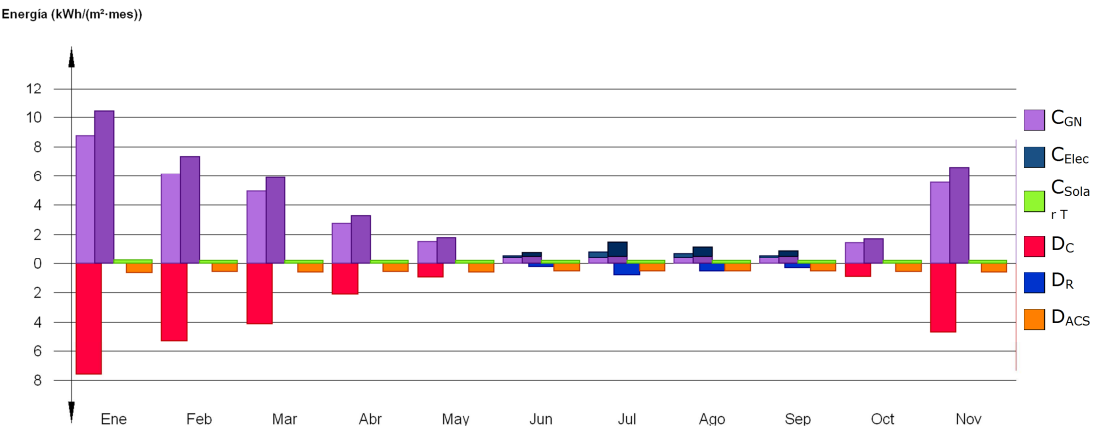
Resultados mensuales.

Consumo energético anual del edificio.

La siguiente gráfica de barras representa el balance entre el consumo energético del edificio y la demanda energética, mostrando de forma visual la eficiencia energética del edificio, al representar gráficamente la compensación de la demanda mediante el consumo.

En el semieje de ordenadas positivo se representan, mes a mes, los distintos consumos energéticos del edificio, separando entre vectores energéticos de origen renovable y no renovable, y mostrando para éstos últimos tanto la energía final consumida como el montante de energía primaria necesaria para generar dicha energía final en punto de consumo.

En el semieje de ordenadas negativo se representa, mes a mes, la demanda energética del edificio, separada por servicio, distinguiendo la demanda de calefacción, la de refrigeración y la de agua caliente sanitaria.



En la siguiente tabla se expresan, de forma numérica, los valores representados en la gráfica anterior, mostrando, para cada vector energético utilizado, la energía útil aportada, la energía final consumida y la energía primaria equivalente, añadiendo también los totales para el consumo de energía final y energía primaria de origen renovable y no renovable, así como los valores de todas las cantidades ponderados por la superficie útil de los espacios habitables del edificio, en kWh/(m²·año).

S_u : Superficie habitable del edificio, m².

		Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	Año (kWh/año) (kWh/(m²·año))	
EDIFICIO (S _u = 331,94 m²; V = 757,5 m³)															
Demanda energética	C	2520.6	1745.7	1359.8	702.4	318.5	--	--	--	--	302.1	1550.7	2429.3	10929.2	32.9
	R	--	--	--	--	--	73.7	266.4	178.6	100.9	--	--	--	619.6	1.9
	ACS	213.7	189.3	205.6	195.1	197.5	183.4	181.4	181.4	179.5	193.5	199.0	209.6	2329.0	7.0
	TOTAL	2734.3	1935.0	1565.4	897.5	516.0	257.1	447.8	360.1	280.4	495.6	1749.7	2638.9	13877.7	41.8
Solar térmica	EA _{ACS}	64.1	56.8	61.7	58.5	59.3	55.0	54.4	54.4	53.8	58.1	59.7	62.9	698.7	2.1
	EF	64.1	56.8	61.7	58.5	59.3	55.0	54.4	54.4	53.8	58.1	59.7	62.9	698.7	2.1
	%D _{ACS}	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	
Gas natural (f _{gas} = 1.19)	EA _c	2520.6	1745.7	1359.8	702.4	318.5	--	--	--	--	302.1	1550.7	2429.3	10929.2	32.9
	EA _{ACS}	149.6	132.5	143.9	136.5	138.3	128.4	127.0	127.0	125.6	135.5	139.3	146.7	1630.3	4.9
	EF	2902.4	2041.5	1634.5	911.9	496.5	139.5	138.0	138.0	136.5	475.6	1837.0	2800.0	13651.6	41.1
	EP _{ren}	14.5	10.2	8.2	4.6	2.5	0.7	0.7	0.7	0.7	2.4	9.2	14.0	68.3	0.2
	EP _{no}	3453.8	2429.4	1945.0	1085.2	590.8	166.0	164.3	164.3	162.5	566.0	2186.0	3332.0	16245.4	48.9
Electricidad (f _{elec} = 2.461)	EA _c	--	--	--	--	--	73.7	266.4	178.6	100.9	--	--	--	619.6	1.9
	EF	--	--	--	--	--	36.9	133.2	89.3	50.4	--	--	--	309.8	0.9
	EP _{ren}	--	--	--	--	--	12.0	43.4	29.1	16.4	--	--	--	101.0	0.3
	EP _{no}	--	--	--	--	--	90.7	327.8	219.8	124.2	--	--	--	762.4	2.3
	C _{cat,tot}	2966.5	2098.4	1696.1	970.4	555.7	231.4	325.6	281.8	240.8	533.7	1896.7	2862.9	14660.1	44.2
	C _{cat,ren}	78.6	67.0	69.9	63.1	61.7	67.7	98.5	84.2	71.0	60.4	68.9	76.9	867.9	2.6
	C _{cat,no}	3453.8	2429.4	1945.0	1085.2	590.8	256.7	492.0	384.1	286.6	566.0	2186.0	3332.0	17007.8	51.2

S_u : Superficie habitable del edificio, m^2 .

V : Volumen neto habitable del edificio, m^3 .

D_c : Demanda de energía útil correspondiente al servicio de calefacción, kWh .

D_R : Demanda de energía útil correspondiente al servicio de refrigeración, kWh .

D_{ACS} : Demanda de energía útil correspondiente al servicio de ACS, kWh .

f_{gas} : Factor de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes no renovables.

EA: Energía útil aportada, kWh .

EF: Energía final consumida por el sistema en punto de consumo, kWh .

EP_{ren}: Consumo energético de energía primaria de origen renovable, kWh .

EP_{no}: Consumo energético de energía primaria de origen no renovable, kWh .

%D: Porcentaje cubierto de la demanda energética total del servicio asociado por el vector energético de origen renovable.

$C_{\text{cat,tot}}$: Consumo energético total de energía en punto de consumo, $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{año})$.

$C_{\text{cat,ren}}$: Consumo energético total de energía primaria de origen renovable, $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{año})$.

$C_{\text{cat,no}}$: Consumo energético total de energía primaria de origen no renovable, $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{año})$.

MODELO DE CÁLCULO DEL EDIFICIO.

Zonificación climática

El edificio objeto del proyecto se sitúa en el municipio de **Lugo (provincia de Lugo)**, con una altura sobre el nivel del mar de **454 m**. Le corresponde, conforme al Apéndice B de CTE DB HE 1, la zona climática **D1**.

La pertenencia a dicha zona climática define las **solicitaciones exteriores** para el cálculo de la demanda energética de calefacción y refrigeración conforme a la exigencia básica CTE HE 1, mediante la determinación del clima de referencia asociado, publicado en formato informático (archivo MET) por la Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo, del Ministerio de Fomento.

Demanda energética del edificio.

La demanda energética del edificio que debe satisfacerse en el cálculo del consumo de energía primaria no renovable, magnitud de control conforme a la exigencia de limitación de consumo energético HE 0 para edificios de uso residencial o asimilable, corresponde a la suma de la energía demandada por los servicios de calefacción, refrigeración y ACS del edificio.

Demanda energética de calefacción y refrigeración.

La demanda energética de calefacción y refrigeración del edificio, calculada hora a hora y de forma separada para cada una de las zonas acondicionadas que componen el modelo térmico del edificio, se obtiene mediante la simulación anual de un modelo zonal del edificio con acoplamiento térmico entre zonas, mediante el método completo simplificado en base horaria de tipo dinámico descrito en UNE-EN ISO 13790:2011, cumpliendo con los requisitos impuestos en el capítulo 5 de CTE DB HE 1, con el objetivo de determinar el cumplimiento de la exigencia básica de limitación de demanda energética de CTE DB HE 1.

Se muestran aquí, a modo de resumen, los resultados obtenidos en el cálculo de la demanda energética de calefacción y refrigeración de cada zona habitable, junto a la demanda total del edificio.

Zonas habitables	S_u (m ²)	D_{cal}		D_{ref}	
		(kWh/año)	(kWh/(m ² ·a))	(kWh/año)	(kWh/(m ² ·a))
Vivienda unifamiliar	331.94	10929.2	32.9	619.6	1.9
	331.94	10929.2	32.9	619.6	1.9

donde:

S_u : Superficie útil de la zona habitable, m².

D_{cal} : Valor calculado de la demanda energética de calefacción, kWh/(m²·año).

D_{ref} : Valor calculado de la demanda energética de refrigeración, kWh/(m²·año).

Demanda energética de ACS.

La demanda energética correspondiente a los servicios de agua caliente sanitaria de las zonas habitables del edificio se determina conforme a las indicaciones del apartado 4 de CTE DB HE 4 y el documento de 'Condiciones de aceptación de programas alternativos a LIDER/CALENER', que remiten a la norma UNE 94002 para el cálculo de la demanda de energía térmica diaria de ACS en función del consumo de ACS diario por zona.

El salto térmico utilizado en el cálculo de la energía térmica necesaria se realiza entre una temperatura de referencia de 60°C, y la temperatura del agua de red en el emplazamiento del edificio proyectado, de valores:

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
Temperatura del agua de red	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	13.0	15.0	15.0	14.0	12.0	9.0	8.0

La demanda diaria obtenida se reparte por horas, conforme al perfil a tal efecto, publicado en el documento citado anteriormente, para añadirse al cálculo horario del consumo energético como vector horario anual de demanda energética de ACS a satisfacer, para cada zona, mediante los sistemas técnicos disponibles en el edificio.

Se muestran a continuación los resultados del cálculo de la demanda energética de ACS para cada zona habitable del edificio, junto con las demandas diarias, el porcentaje de la

demanda cubierto por energía renovable, y el restante a satisfacer mediante energías no renovables.

Zonas habitables	Q_{ACS} (l/día)	S_u (m ²)	D_{ACS} (kWh/año)	D_{ACS} (kWh/(m ² ·a))	$\%AS$ (%)	$D_{ACS,nr}$ (kWh/año)	$D_{ACS,nr}$ (kWh/(m ² ·a))
Vivienda unifamiliar	112.0	331.94	2329.0	7.0	30.0	1630.3	4.9
	112.0	331.94	2329.0	7.0	30.0	1630.3	4.9

donde:

Q_{ACS} : Caudal diario demandado de agua caliente sanitaria, l/día.

S_u : Superficie útil de la zona habitable, m².

D_{ACS} : Demanda energética correspondiente al servicio de agua caliente sanitaria, kWh/(m²·año).

$\%AS$: Porcentaje cubierto por energía solar de la demanda energética de agua caliente sanitaria, %.

$D_{ACS,nr}$: Demanda energética de ACS cubierta por energías no renovables, kWh/(m²·año).

Descripción de los sistemas de aporte del edificio.

	Tipo	Energía	$Cap_{n,C}$ (kW)	$Cap_{n,R}$ (kW)	S_u (m ²)	C_{ef} (kWh/año)	C_{ef} (kWh/(m ² ·a))	P_{mo} (W/m ²)	REA	K_e	REA _c
Sistema de referencia											
Equipo para calefacción y ACS	C+ACS	Gas natural	∞	--	331.94	13651.6	41.1	4.7	0.92	1	0.92
Equipo para refrigeración	R	Electricidad	--	∞	331.94	309.8	0.9	3.5	2.00	3.1814	0.63
			∞	∞	331.94	13961.4	42.1		0.94		0.90

donde:

Tipo: Servicios abastecidos por el equipo técnico (C=Calefacción, R=Refrigeración, ACS= Agua caliente sanitaria).

Energía: Vector energético principal utilizado por el equipo técnico.

$Cap_{n,C}$: Capacidad calorífica nominal total del equipo técnico, kW.

$Cap_{n,R}$: Capacidad frigorífica nominal total del equipo técnico, kW.

S_u : Superficie útil habitable acondicionada asociada al equipo técnico, m².

C_{ef} : Consumo energético total de energía en punto de consumo, kWh/(m²·año).

P_{mo} : Potencia media operacional del equipo técnico, W/m².

REA: Rendimiento estacional anual del equipo técnico.

K_e : Coeficiente de emisiones del vector energético.

REA_c: Rendimiento estacional anual corregido del equipo técnico.

Factores de conversión de energía final a energía primaria utilizados.

Los factores de conversión de energía primaria procedente de fuentes no renovables, para cada vector energético utilizado en el edificio, se han obtenido del documento 'Factores de emisión de CO₂ y coeficientes de paso a energía primaria de diferentes fuentes de energía final consumidas en el sector edificios en España', borrador propuesta de Documento Reconocido publicado por el IDAE con fecha 3/03/2014, conforme al apartado 4.2 de CTE DB HE 0.

Vector energético	$C_{ef,total}$		f_{cep}	$C_{ep,nr}$	
	(kWh/año)	(kWh/(m ² ·a))		(kWh/año)	(kWh/(m ² ·a))
Gas natural	13651.6	41.1	1.19	16245.4	48.9
Electricidad	309.8	0.9	2.461	762.4	2.3

donde:

$C_{ef,total}$: Consumo energético total de energía en punto de consumo, kWh/(m²·año).

f_{cep} : Factor de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes no renovables.

$C_{ep,nr}$: Consumo energético total de energía primaria de origen no renovable, kWh/(m²·año).

Procedimiento de cálculo del consumo energético.

El procedimiento de cálculo empleado tiene como objetivo determinar el consumo de energía primaria del edificio procedente de fuentes de energía no renovables. Para ello, se realiza una simulación anual por intervalos horarios de un modelo zonal del edificio, en la que, hora a hora, se realiza el cálculo de la distribución de las demandas energéticas a satisfacer en cada zona del modelo térmico, determinando, para cada equipo técnico, su punto de trabajo, la energía útil aportada, la energía final consumida, y la energía primaria equivalente, desglosando el consumo energético por equipo, sistema de aporte y vector energético utilizado.

La metodología cumple con los requisitos impuestos en el capítulo 5 de CTE DB HE 0, al considerar los siguientes aspectos:

- El diseño, emplazamiento y orientación del edificio;
- La demanda energética de calefacción y refrigeración calculada conforme a los requisitos establecidos en CTE DB HE 1;
- La demanda energética de agua caliente sanitaria, calculada conforme a los requisitos establecidos en CTE DB HE 4;
- El dimensionado y los rendimientos operacionales de los equipos técnicos de producción y aporte de calor, frío y ACS;
- La distinción de los distintos vectores energéticos utilizados en el edificio, junto con los factores de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes no renovables;
- Y la contribución de energías renovables producidas in situ o en las proximidades de la parcela del edificio.

HE 1. LIMITACIÓN DE DEMANDA ENERGÉTICA

RESULTADOS DEL CÁLCULO DE DEMANDA ENERGÉTICA.**Demanda energética anual por superficie útil.**

$$D_{cal,edificio} = 32.93 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{año}) \leq D_{cal,lim} = D_{cal,base} + F_{cal,sup}/S = 33.0 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{año})$$



donde:

$D_{cal,edificio}$: Valor calculado de la demanda energética de calefacción, kWh/(m²·año).

$D_{cal,lim}$: Valor límite de la demanda energética de calefacción, considerada la superficie útil de los espacios habitables, kWh/(m²·año).

$D_{cal,base}$: Valor base de la demanda energética de calefacción, para la zona climática de invierno correspondiente al emplazamiento del edificio (tabla 2.1, CTE DB HE 1), 27 kWh/(m²·año).

$F_{cal,sup}$: Factor corrector por superficie de la demanda energética de calefacción, (tabla 2.1, CTE DB HE 1), 2000.

S : Superficie útil de los espacios habitables del edificio, 331.94 m².

$$D_{\text{ref,edificio}} = 1.87 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{año}) \leq D_{\text{ref,lim}} = 15.0 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{año})$$



donde:

$D_{\text{ref,edificio}}$: Valor calculado de la demanda energética de refrigeración, kWh/(m²·año).

$D_{\text{ref,lim}}$: Valor límite de la demanda energética de refrigeración, kWh/(m²·año).

Resumen del cálculo de la demanda energética.

La siguiente tabla es un resumen de los resultados obtenidos en el cálculo de la demanda energética de calefacción y refrigeración de cada zona habitable, junto a la demanda total del edificio.

Zonas habitables	S_u (m ²)	D_{cal} (kWh/año)	D_{cal} (kWh/(m ² ·a))	$D_{\text{cal,base}}$ (kWh/(m ² ·año))	$F_{\text{cal,sup}}$	$D_{\text{cal,lim}}$ (kWh/(m ² ·año))	D_{ref} (kWh/año)	D_{ref} (kWh/(m ² ·a))	$D_{\text{ref,lim}}$ (kWh/(m ² ·año))
Vivienda unifamiliar	331.94	10929.2	32.9	27	2000	33.0	619.6	1.9	15.0
	331.94	10929.2	32.9	27	2000	33.0	619.6	1.9	15.0

donde:

S_u : Superficie útil de la zona habitable, m².

D_{cal} : Valor calculado de la demanda energética de calefacción, kWh/(m²·año).

$D_{\text{cal,base}}$: Valor base de la demanda energética de calefacción, para la zona climática de invierno correspondiente al emplazamiento del edificio (tabla 2.1, CTE DB HE 1), 27 kWh/(m²·año).

$F_{\text{cal,sup}}$: Factor corrector por superficie de la demanda energética de calefacción, (tabla 2.1, CTE DB HE 1), 2000.

$D_{\text{cal,lim}}$: Valor límite de la demanda energética de calefacción, considerada la superficie útil de los espacios habitables, kWh/(m²·año).

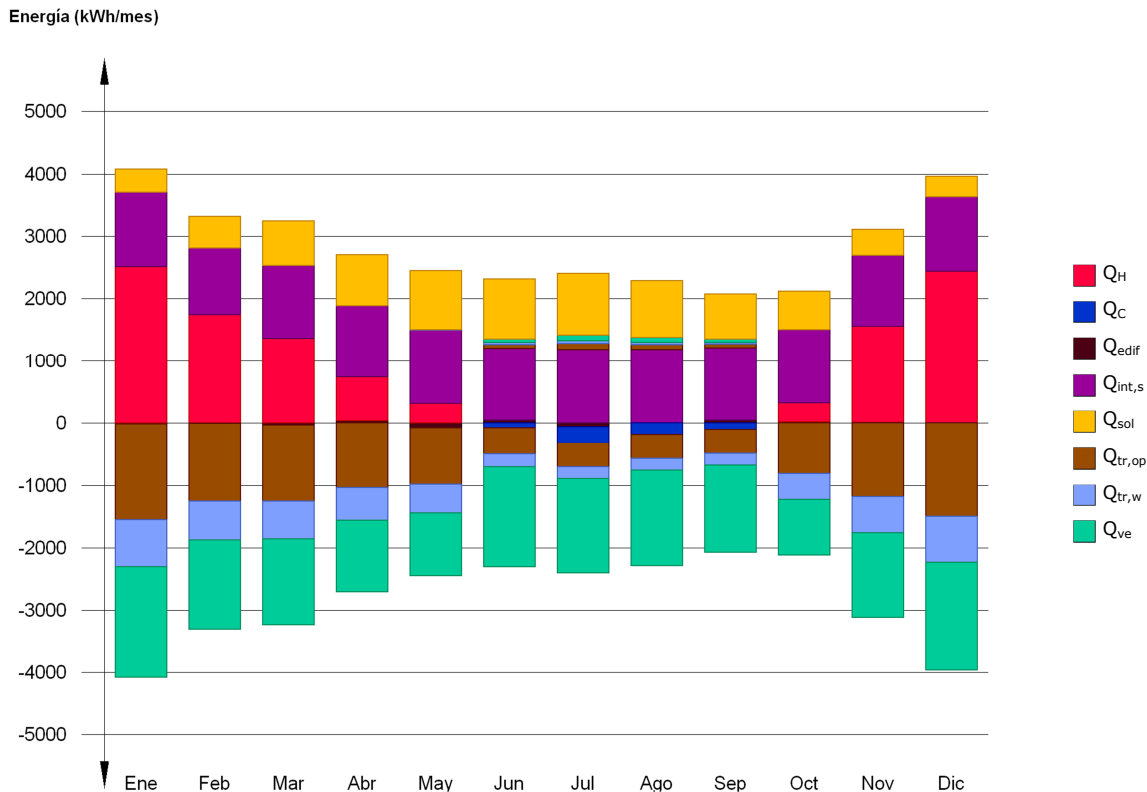
D_{ref} : Valor calculado de la demanda energética de refrigeración, kWh/(m²·año).

$D_{\text{ref,lim}}$: Valor límite de la demanda energética de refrigeración, kWh/(m²·año).

Resultados mensuales.

Balance energético anual del edificio.

La siguiente gráfica de barras muestra el balance energético del edificio mes a mes, contabilizando la energía perdida o ganada por transmisión térmica al exterior a través de elementos pesados y ligeros ($Q_{\text{tr,op}}$ y $Q_{\text{tr,w}}$, respectivamente), la energía intercambiada por ventilación (Q_{ve}), la ganancia interna sensible neta ($Q_{\text{int,s}}$), la ganancia solar neta (Q_{sol}), el calor cedido o almacenado en la masa térmica del edificio (Q_{edif}), y el aporte necesario de calefacción (Q_H) y refrigeración (Q_C).



En la siguiente tabla se muestran los valores numéricos correspondientes a la gráfica anterior, del balance energético del edificio completo, como suma de las energías involucradas en el balance energético de cada una de las zonas térmicas que conforman el modelo de cálculo del edificio.

El criterio de signos adoptado consiste en emplear valores positivos para energías aportadas a la zona de cálculo, y negativos para la energía extraída.

	Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	Año	
	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh/ año)	(kWh/ m ² ·año)
Balance energético anual del edificio.														
$Q_{tr,op}$	--	--	--	0.0	1.9	66.9	95.6	82.1	61.9	0.7	--	--	10721.8	-32.3
$Q_{tr,w}$	--	--	--	--	0.7	30.0	44.2	37.3	28.0	0.3	--	--	-5323.3	-16.0
Q_{ve}	--	--	--	--	1.3	59.8	93.4	76.4	56.5	0.5	--	--	16478.0	-49.6
$Q_{int,s}$	1182.3	1073.4	1189.4	1153.1	1182.3	1153.1	1189.4	1182.3	1160.2	1182.3	1146.0	1196.5	13944.7	42.0
Q_{sol}	-3.8	-3.5	-3.8	-3.7	-3.8	-3.7	-3.8	-3.8	-3.7	-3.8	-3.7	-3.9	--	--
Q_{edif}	382.6	500.2	703.9	825.8	951.0	959.1	986.8	913.7	726.0	619.8	411.9	341.9	8268.8	24.9
Q_H	-2.5	-3.2	-4.6	-5.3	-6.1	-6.2	-6.4	-5.9	-4.7	-4.0	-2.7	-2.2	--	--
Q_C	-11.5	-1.5	-27.9	36.3	-75.0	49.1	-56.5	3.4	52.1	18.9	9.5	3.1	--	--
$Q_{tr,op}$	2520.6	1745.7	1359.8	702.4	318.5	--	--	--	--	302.1	1550.7	2429.3	10929.2	32.9
Q_C	--	--	--	--	--	-73.7	-266.4	-178.6	-100.9	--	--	--	-619.6	-1.9
Q_{H+C}	2520.6	1745.7	1359.8	702.4	318.5	73.7	266.4	178.6	100.9	302.1	1550.7	2429.3	11548.8	34.8

donde:

$Q_{tr,op}$: Transferencia de calor correspondiente a la transmisión térmica a través de elementos pesados en contacto con el exterior, kWh/(m²·año).

$Q_{tr,w}$: Transferencia de calor correspondiente a la transmisión térmica a través de elementos ligeros en contacto con el exterior, kWh/(m²·año).

Q_{ve} : Transferencia de calor correspondiente a la transmisión térmica por ventilación, kWh/(m²·año).

$Q_{int,s}$: Transferencia de calor correspondiente a la ganancia de calor interna sensible, kWh/(m²·año).

Q_{sol} : Transferencia de calor correspondiente a la ganancia de calor solar, kWh/(m²·año).

Q_{edif} : Transferencia de calor correspondiente al almacenamiento o cesión de calor por parte de la masa térmica del edificio, kWh/(m²·año).

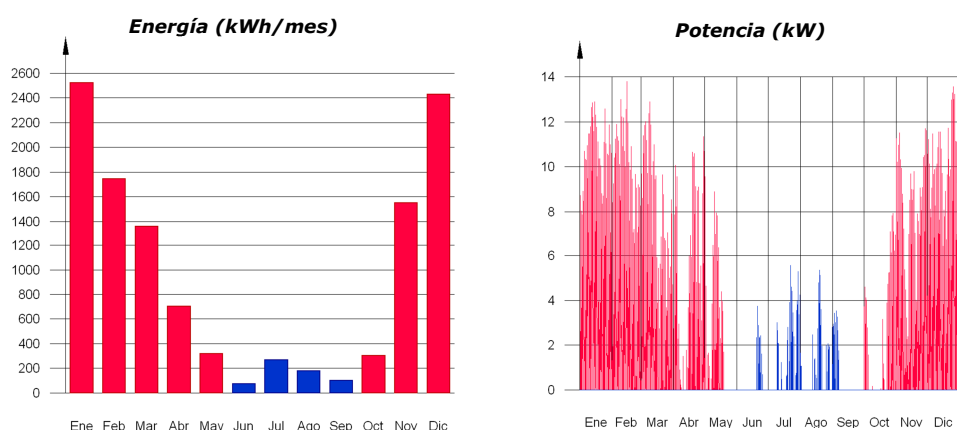
Q_H : Energía aportada de calefacción, kWh/(m²·año).

Q_C : Energía aportada de refrigeración, kWh/(m²·año).

Q_{HC} : Energía aportada de calefacción y refrigeración, kWh/(m²·año).

Demanda energética mensual de calefacción y refrigeración.

Atendiendo únicamente a la demanda energética a cubrir por los sistemas de calefacción y refrigeración, las necesidades energéticas y de potencia útil instantánea a lo largo de la simulación anual se muestran en los siguientes gráficos:



La información gráfica anterior se resume en la siguiente tabla de resultados estadísticos del aporte energético de calefacción y refrigeración:

	Nº activ.	Nº días activos (d)	Nº horas activas (h)	Nº horas por activ. (h)	Potencia típica (W/m ²)	Demanda típica por día activo (kWh/m ²)
Calefacción	237	214	3020	14	10.90	0.1539
Refrigeración	43	43	268	6	6.97	0.0434

MODELO DE CÁLCULO DEL EDIFICIO.

Zonificación climática

El edificio objeto del proyecto se sitúa en el municipio de **Lugo (provincia de Lugo)**, con una altura sobre el nivel del mar de **454 m**. Le corresponde, conforme al Apéndice B de CTE DB HE 1, la zona climática **D1**. La pertenencia a dicha zona climática define las **solicitaciones exteriores** para el cálculo de demanda energética, mediante la determinación del clima de

referencia asociado, publicado en formato informático (fichero MET) por la Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo, del Ministerio de Fomento.

Zonificación del edificio, perfil de uso y nivel de acondicionamiento.

Agrupaciones de recintos.

Se muestra a continuación la caracterización de los espacios que componen cada una de las zonas de cálculo del edificio. Para cada espacio, se muestran su superficie y volumen, junto a sus **condiciones operacionales** conforme a los perfiles de uso del Apéndice C de CTE DB HE 1, su **acondicionamiento térmico**, y sus **solicitaciones interiores** debidas a aportes de energía de ocupantes, equipos e iluminación.

	S (m ²)	V (m ³)	b_{ve}	ren_h (1/h)	ΣQ_{ocup,s} (kWh/año)	ΣQ_{equip} (kWh/año)	ΣQ_{ilum} (kWh/año)	T^a calef. media (°C)	T^a refrig. media (°C)
Vivienda unifamiliar (Zona habitable, Perfil: Residencial)									
Aseo PSM	5.04	15.76	1.00	0.63	66.8	72.9	72.9	19.0	26.0
Salón 2	47.20	164.40	1.00	0.63	624.8	682.2	682.2	19.0	26.0
Salón 3	42.97	147.84	1.00	0.63	568.9	621.2	621.2	19.0	26.0
Aseo P1	2.06	5.62	1.00	0.63	27.3	29.8	29.8	19.0	26.0
Baño P1	8.74	23.81	1.00	0.63	115.7	126.3	126.3	19.0	26.0
Salón	27.62	85.61	1.00	0.63	365.6	399.2	399.2	19.0	26.0
Cocina	15.97	43.49	1.00	0.63	211.4	230.8	230.8	19.0	26.0
Pasillo	14.24	43.29	1.00	0.63	188.5	205.8	205.8	19.0	26.0
Dormitorio 1	19.30	58.69	1.00	0.63	255.6	279.0	279.0	19.0	26.0
Dormitorio 2	15.77	47.94	1.00	0.63	208.7	227.9	227.9	19.0	26.0
Baño PBC	9.25	10.72	1.00	0.63	122.5	133.8	133.8	19.0	26.0
Dormitorio 2	22.82	40.70	1.00	0.63	302.1	329.9	329.9	19.0	26.0
Dormitorio 3	24.88	39.52	1.00	0.63	329.3	359.6	359.6	19.0	26.0
Dormitorio 4	4.31	6.83	1.00	0.63	57.1	62.4	62.4	19.0	26.0
Pasillo	71.76	23.31	1.00	0.63	949.9	1037.2	1037.2	19.0	26.0
	331.94	757.52	1.00	0.63/1.023*/4**	4394.2	4797.8	4797.8	19.0	26.0

donde:

S: Superficie útil interior del recinto, m².

V: Volumen interior neto del recinto, m³.

b_{ve}: Factor de ajuste de la temperatura de suministro de ventilación. En caso de disponer de una unidad de recuperación de calor, el factor de ajuste de la temperatura de suministro de ventilación para el caudal de aire procedente de la unidad de recuperación es igual a $b_{ve} = (1 - f_{ve,frac} \cdot \eta_{hru})$, donde η_{hru} es el rendimiento de la unidad de recuperación y $f_{ve,frac}$ es la fracción del caudal de aire total que circula a través del recuperador.

ren_h: Número de renovaciones por hora del aire del recinto.

*: Valor medio del número de renovaciones hora del aire de la zona habitable, incluyendo las infiltraciones calculadas y los periodos de 'free cooling'.

**: Valor nominal del número de renovaciones hora del aire de la zona habitable en régimen de 'free cooling' (ventilación natural nocturna en las noches de verano).

Q_{ocup,s}: Sumatorio de la carga interna sensible debida a la ocupación del recinto a lo largo del año, conforme al perfil anual asignado y a su superficie, kWh/año.

Q_{equip}: Sumatorio de la carga interna debida a los equipos presentes en el recinto a lo largo del año, conforme al perfil anual asignado y a su superficie, kWh/año.

Q_{ilum}: Sumatorio de la carga interna debida a la iluminación del recinto a lo largo del año, conforme al perfil anual asignado y a su superficie, kWh/año.

T° Valor medio en los intervalos de operación de la temperatura de consigna de calefacción, °C.

calef.

media:

T° Valor medio en los intervalos de operación de la temperatura de consigna de refrigeración, °C.

refrig.

media:

Composición constructiva. Elementos constructivos ligeros.

La transmisión de calor al exterior a través de los elementos constructivos ligeros que forman la envolvente térmica de las zonas habitables del edificio (-16.0 kWh/(m²·año)) supone el **33.2%** de la transmisión térmica total a través de dicha envolvente (-48.3 kWh/(m²·año)).

Tipo	S (m ²)	U _g (W/ (m ² ·K))	F _F (%)	U _f (W/ (m ² ·K))	ΣQ _{tr} (kWh /año)	g _{gl}	α	I. (°)	O. (°)	F _{sh,gl}	F _{sh,o}	ΣQ _{sol} (kWh /año)
Vivienda unifamiliar												
Puerta de entrada a la vivienda, de madera	12.60		1.00	1.78	-1619.3	0.6	V		E(90)	0.00	1.00	341.2
Doble acristalamiento LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 4/12/6	0.88	1.00	0.27	1.80	-77.2	0.39	0.4	V	N(0)	1.00	1.00	99.7
Templa.lite Azur.lite color azul												
Doble acristalamiento LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 4/12/6	2.80	1.00	0.27	1.80	-245.4	0.39	0.4	V	O(-90)	0.61	1.00	423.2
Templa.lite Azur.lite color azul												
Doble acristalamiento LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 4/12/6	1.40	1.00	0.27	1.80	-122.7	0.39	0.4	V	S(179.74)	0.39	1.00	183.6
Templa.lite Azur.lite color azul												
Puerta de entrada a la vivienda, de madera de 1.20	3.60		1.00	1.78	-462.7	0.6	V		O(-90)	0.00	1.00	100.2
Doble acristalamiento LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 4/12/6	1.40	1.00	0.27	1.80	-122.7	0.39	0.4	V	S(179.74)	0.39	1.00	183.6
Templa.lite Azur.lite color azul												
Doble acristalamiento LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 4/12/6	10.14	1.00	0.27	1.80	-888.2	0.39	0.4	V	E(90)	0.76	1.00	1860.1
Templa.lite Azur.lite color azul												
Doble acristalamiento LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 4/12/6	2.73	1.00	0.27	1.80	-238.9	0.39	0.4	V	N(0)	1.00	1.00	310.9
Templa.lite Azur.lite color azul												
Velux cubierta	1.39	2.70			-270.2	0.76	0.6	36	N(0.13)	1.00	0.57	525.0
Velux cubierta	1.39	2.70			-270.2	0.76	0.6	36	O(-90)	1.00	0.41	566.7
Velux cubierta	1.39	2.70			-542.4	0.76	0.6	37	S(179.99)	1.00	0.34	1217.1
Velux cubierta	1.39	2.70			-270.2	0.76	0.6	36	E(90)	1.00	0.41	567.0
Velux pequeña	1.39	2.70			-193.4	0.76	0.6	37	S(179.99)	1.00	0.34	434.1
-5323.3												6812.4

donde:

S: Superficie del elemento.

U_g: Transmitancia térmica de la parte translúcida.

F_F: Fracción de parte opaca del elemento ligero.

U_f: Transmitancia térmica de la parte opaca.

Q_{tr}: Calor intercambiado con el ambiente exterior, a través del elemento, a lo largo del año.

g_{gl}: Transmitancia total de energía solar de la parte transparente.

α: Coeficiente de absorción solar (absortividad) de la parte opaca del elemento ligero.

I.: Inclinación de la superficie (elevación).

O.: Orientación de la superficie (azimut respecto al norte).

$F_{sh,gl}$: Valor medio anual del factor reductor de sombreado para dispositivos de sombra móviles.





$F_{sh,o}$: Valor medio anual del factor de corrección de sombra por obstáculos exteriores.

Q_{sol} : Ganancia solar acumulada a lo largo del año.

Composición constructiva. Puentes térmicos.

La transmisión de calor a través de los puentes térmicos incluidos en la envolvente térmica de las zonas habitables del edificio (-2.8 kWh/(m²·año)) supone el **5.8%** de la transmisión térmica total a través de dicha envolvente (-48.3 kWh/(m²·año)).

Tomando como referencia únicamente la transmisión térmica a través de los elementos pesados y puentes térmicos de la envolvente habitable del edificio (-32.3 kWh/(m²·año)), el porcentaje debido a los puentes térmicos es el **8.7%**.

	Tipo	L (m)	ψ (W/(m·K))	ΣQ_{tr} (kWh/año)
Vivienda unifamiliar				
Unión de solera con pared exterior		26.02	0.140	-267.2
Forjado entre pisos		33.16	0.205	-498.5
Fachada en esquina vertical saliente		25.60	0.080	-150.2
Forjado entre pisos		29.83	0.010	-21.9
				-937.8

donde:

L : Longitud del puente térmico lineal.

ψ : Transmitancia térmica lineal del puente térmico.

n : Número de puentes térmicos puntuales.

X : Transmitancia térmica puntual del puente térmico.

Q_{tr} : Calor intercambiado en el puente térmico a lo largo del año.

HE 2. RENDIMIENTO DE LAS INSTALACIONES TÉRMICAS

EXIGENCIA BÁSICA HE 2: RENDIMIENTO DE LAS INSTALACIONES TÉRMICAS

Los edificios dispondrán de instalaciones térmicas apropiadas destinadas a proporcionar el bienestar térmico de sus ocupantes. Esta exigencia se desarrolla actualmente en el vigente Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios, RITE.

ÁMBITO DE APLICACIÓN

Para el presente proyecto de ejecución es de aplicación el RITE, ya que las instalaciones térmicas del edificio son instalaciones fijas de climatización (calefacción, refrigeración y ventilación) y de producción de ACS (agua caliente sanitaria) que están destinadas a atender la demanda de bienestar térmico e higiene de las personas.

JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LAS EXIGENCIAS TÉCNICAS DEL RITE

La justificación del cumplimiento de las Instrucciones Técnicas I.T.01 "Diseño y dimensionado", I.T.02 "Montaje", I.T.03 "Mantenimiento y uso" e I.T.04 "Inspecciones" se realiza en el apartado correspondiente a la justificación del cumplimiento del RITE.

HE 4. CONTRIBUCIÓN SOLAR MÍNIMA DE AGUA CALIENTE SANITARIA**Descripción del edificio**

El objeto del presente proyecto es diseñar la instalación de agua caliente sanitaria, mediante calentamiento por energía solar térmica, para una vivienda unifamiliar de nueva construcción.

Edificio situado en Lugo, zona climática II según el apartado 4.2, 'Zonas climáticas', de la sección HE 4 del DB HE Ahorro de energía del CTE (radiación solar global media diaria anual de 13.84 MJ/m²).

La vivienda está compuesta por 3 dormitorios y tiene asignada una ocupación de 4 personas.

Los captadores se dispondrán sobre su correspondiente soporte orientados al S(180°).

Circuito hidráulicoCondiciones climáticas

Para la determinación de las condiciones climáticas (radiación global total en el campo de captadores, temperatura ambiente diaria y temperatura del agua de suministro de la red) se han utilizado los datos recogidos en las normas UNE 94002 Instalaciones solares térmicas para la producción de agua caliente sanitaria, UNE 94003 Datos climáticos para el dimensionado de instalaciones solares térmicas y en el documento "Atlas de Radiación Solar en España utilizando datos del SAF de Clima de EUMETSAT", publicado en el año 2012 por la Agencia Estatal de Meteorología.

Mes	Radiación global (MJ/m ²)	Temperatura ambiente diaria (°C)	Temperatura de red (°C)
Enero	5.94	5	7
Febrero	8.53	6	8
Marzo	13.10	7	9

Mes	Radiación global (MJ/m ²)	Temperatura ambiente diaria (°C)	Temperatura de red (°C)
Abril	16.16	9	10
Mayo	19.15	11	11
Junio	22.57	14	13
Julio	22.79	17	15
Agosto	20.56	17	15
Septiembre	15.66	16	14
Octubre	9.76	12	12
Noviembre	6.44	8	9
Diciembre	5.04	6	8

Condiciones de uso

Teniendo en cuenta el nivel de ocupación, se obtiene un valor medio de 28.0 l por persona y día, con una temperatura de consumo de referencia de 60 °C.

Al tratarse de una vivienda unifamiliar, se asume un coeficiente de simultaneidad igual a 1.

Número de dormitorios	3
Ocupación (Nº personas)	4
Consumo de referencia litros/día	112

A partir de los datos anteriores se puede calcular la demanda energética para cada mes. Los valores obtenidos se muestran en la siguiente tabla:

Mes	Ocupación (%)	Consumo (m ³)	Temperatura de red (°C)	Salto térmico (°C)	Demanda (MJ)
Enero	100	3.5	7	53	757.45
Febrero	100	3.1	8	52	671.24

Mes	Ocupación (%)	Consumo (m³)	Temperatura de red (°C)	Salto térmico (°C)	Demanda (MJ)
Marzo	100	3.5	9	51	728.87
Abril	100	3.4	10	50	691.53
Mayo	100	3.5	11	49	700.29
Junio	100	3.4	13	47	650.04
Julio	100	3.5	15	45	643.12
Agosto	100	3.5	15	45	643.12
Septiembre	100	3.4	14	46	636.21
Octubre	100	3.5	12	48	686.00
Noviembre	100	3.4	9	51	705.36
Diciembre	100	3.5	8	52	743.16

La descripción de los valores mostrados, para cada columna, es la siguiente:

- Ocupación: Estimación del porcentaje mensual de ocupación.
- Consumo: Se calcula mediante la siguiente formula:

$$C = \frac{\%Ocup}{100} \cdot N_{mes}(dias) \cdot Q_{acs}(m^3 / dia)$$

- Temperatura de red: Temperatura de suministro de agua (valor mensual en °C).
- Demanda térmica: Expresa la demanda energética necesaria para cubrir el consumo necesario de agua caliente. Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$Q_{acs} = \rho \cdot C \cdot C_p \cdot \Delta T$$

donde:

Q_{acs} : Demanda de agua caliente (MJ).

ρ : Densidad volumétrica del agua (Kg/m³).

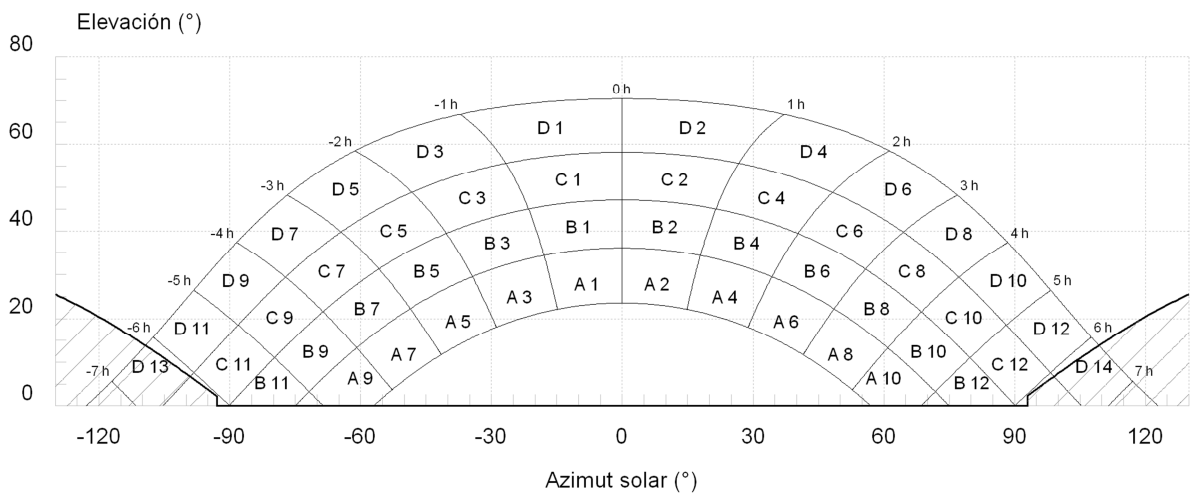
C : Consumo (m³).

C_p : Calor específico del agua (MJ/kg°C).

ΔT : Salto térmico ($^{\circ}\text{C}$).

Determinación de la radiación

Para obtener la radiación solar efectiva que incide sobre los captadores se han tenido en



cuenta los siguientes parámetros:

Orientación	S(180°)
Inclinación	37°

Las sombras proyectadas sobre los captadores son:

(inclinación 36.60°, orientación -0.01°)			
Porción	Factor de llenado (real)	Pérdidas (%)	Contribución (%)
D 13	0.75 (0.84)	0.00	0.00
D 14	0.75 (0.85)	0.02	0.01
		TOTAL (%)	0.01

Dimensionamiento de la superficie de captación

El dimensionamiento de la superficie de captación se ha realizado mediante el método de las curvas 'f' (F-Chart), que permite realizar el cálculo de la cobertura solar y del rendimiento medio para periodos de cálculo mensuales y anuales.

Se asume un volumen de acumulación equivalente, de forma aproximada, a la carga de consumo diario promedio. La superficie de captación se dimensiona para conseguir una

fracción solar anual superior al 50%, tal como se indica en el apartado 2.2.1, 'Contribución solar mínima para ACS y/o piscinas cubiertas', de la sección HE 4 DB-HE CTE.

El valor resultante para la superficie de captación es de 2.33 m², y para el volumen de captación de 250 l.

Los resultados obtenidos se resumen en la siguiente tabla:

Mes	Radiación global (MJ/m ²)	Temperatura ambiente diaria (°C)	Demanda (MJ)	Energía auxiliar (MJ)	Fracción solar (%)
Enero	5.94	5	757.45	478.00	37
Febrero	8.53	6	671.24	324.85	52
Marzo	13.10	7	728.87	202.21	72
Abril	16.16	9	691.53	137.11	80
Mayo	19.15	11	700.29	89.19	87
Junio	22.57	14	650.04	12.70	98
Julio	22.79	17	643.12	0.00	102
Agosto	20.56	17	643.12	0.00	102
Septiembre	15.66	16	636.21	53.83	92
Octubre	9.76	12	686.00	224.17	67
Noviembre	6.44	8	705.36	382.98	46
Diciembre	5.04	6	743.16	500.02	33

Cálculo de la cobertura solar

La energía producida no supera, en ningún mes, el 110% de la demanda de consumo, y no hay una demanda superior al 100% para tres meses consecutivos.

La cobertura solar anual conseguida mediante el sistema es igual al 71%.

Selección de la configuración básica

La instalación consta de un circuito primario cerrado (circulación forzada) dotado de un sistema de captación (con una superficie total de captación de 2 m²) y con un intercambiador, incluido en el acumulador de la vivienda. Se ha previsto, además, la instalación de un sistema de energía auxiliar.

Selección del fluido caloportador

La temperatura histórica en la zona es de -8°C. La instalación debe estar preparada para soportar sin congelación una temperatura de -13°C (5º menos que la temperatura mínima histórica). Para ello, el porcentaje en peso de anticongelante será de 28% con un calor específico de 3.674 KJ/kgK y una viscosidad de 2.857280 mPa·s a una temperatura de 60°C.

Diseño del sistema de captación

El sistema de captación estará formado por elementos del tipo Helioset 250 T 1 ("SAUNIER DUVAL"), cuya curva de rendimiento INTA es:

$$\eta = \eta_0 - a_1 \left(\frac{t^e - t^a}{I} \right)$$

donde:

η_0 : Factor óptico (0.81).

a_1 : Coeficiente de pérdida (3.80).

t^e : Temperatura media (°C).

t^a : Temperatura ambiente (°C).

I : Irradiación solar (W/m²).

La superficie de apertura de cada captador es de 2.33 m².

La disposición del sistema de captación queda completamente definida en los planos del proyecto.

Diseño del sistema intercambiador-acumulador

El volumen de acumulación se ha seleccionado cumpliendo con:

$$50 < (V/A) < 180$$

donde:

A: Suma de las áreas de los captadores.

V: Volumen de acumulación expresado en litros.

Unidad de ocupación	Modelo	Caudal l/h:	Pérdida de carga Pa:	Sup. intercambio m²:	Diámetro mm:	Altura (mm)	Vol. acumulación (l)
	Helioset 250 T 1	720	0.0	1.40	600	1692	250
Total				1.40			250

La relación entre la superficie útil de intercambio del intercambiador incorporado y la superficie total de captación es superior a 0.15 e inferior o igual a 1.

Diseño del circuito hidráulico

Cálculo del diámetro de las tuberías

Tanto para el circuito primario de la instalación, como para el secundario, se utilizarán tuberías de cobre.

El diámetro de las tuberías se selecciona de forma que la velocidad de circulación del fluido sea inferior a 2 m/s. El dimensionamiento de las tuberías se realizará de forma que la pérdida de carga unitaria en las mismas nunca sea superior a 40.00 mm.c.a/m.

Cálculo de las pérdidas de carga de la instalación

Deben determinarse las pérdidas de carga en los siguientes componentes de la instalación:

- Captadores
- Tuberías (montantes y derivaciones a las baterías de captadores del circuito primario).
- Intercambiador

FÓRMULAS UTILIZADAS

Para el cálculo de la pérdida de carga, ΔP , en las tuberías, utilizaremos la formulación de Darcy-Weisbach que se describe a continuación:

$$\Delta P = \lambda \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot 9,81}$$

donde:

ΔP : Pérdida de carga (m.c.a).

λ : Coeficiente de fricción

L: Longitud de la tubería (m).

D: Diámetro de la tubería (m).

v: Velocidad del fluido (m/s).

Para calcular las pérdidas de carga, se le suma a la longitud real de la tubería la longitud equivalente correspondiente a las singularidades del circuito (codos, té, válvulas, etc.). Ésta longitud equivalente corresponde a la longitud de tubería que provocaría una pérdida de carga igual a la producida por dichas singularidades.

De forma aproximada, la longitud equivalente se calcula como un porcentaje de la longitud real de la tubería. En este caso, se ha asumido un porcentaje igual al 15%.

El coeficiente de fricción, λ , depende del número de Reynolds.

Cálculo del número de Reynolds: (R_e)

$$R_e = \frac{(\rho \cdot v \cdot D)}{\mu}$$

donde:

R_e : Valor del número de Reynolds (adimensional).

ρ : 1000 Kg/m³

v : Velocidad del fluido (m/s).

D : Diámetro de la tubería (m).

μ : Viscosidad del agua (0.001 poises a 20°C).

Cálculo del coeficiente de fricción (λ) para un valor de R_e comprendido entre 3000 y 10⁵ (éste es el caso más frecuente para instalaciones de captación solar):

$$\lambda = \frac{0,32}{R_e^{0,25}}$$

Como los cálculos se han realizado suponiendo que el fluido circulante es agua a una temperatura de 60°C y con una viscosidad de 2.857280 mPa·s, los valores de la pérdida de carga se multiplican por el siguiente factor de corrección:

$$factor = \sqrt{\frac{\mu_{FC}}{\mu_{agua}}}$$

Bomba de circulación

La bomba de circulación necesaria en el circuito primario se debe dimensionar para una presión disponible igual a las pérdidas totales del circuito (tuberías, captadores e intercambiadores). El caudal de circulación tiene un valor de 140.00 l/h.

La pérdida de presión en el conjunto de captación se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\Delta P_r = \frac{\Delta P \cdot N \cdot (N+1)}{4}$$

donde:

ΔP_T : Pérdida de presión en el conjunto de captación.

ΔP : Pérdida de presión para un captador

N: Número total de captadores

La pérdida de presión en el intercambiador tiene un valor de 0.0 Pa.

Por tanto, la pérdida de presión total en el circuito primario tiene un valor de 4860 KPa.

La potencia de la bomba de circulación tendrá un valor de 0.07 kW. Dicho valor se ha calculado mediante la siguiente fórmula:

$$P = C \cdot \Delta p$$

donde:

P: Potencia eléctrica (kW)

C: Caudal (l/s)

Δp : Pérdida total de presión de la instalación (Pa).

En este caso, utilizaremos una bomba de rotor húmedo montada en línea.

Vaso de expansión

El valor teórico del coeficiente de expansión térmica, calculado según la norma UNE 100.155, es de 0.087. El vaso de expansión seleccionado tiene una capacidad de 5 l.

Para calcular el volumen necesario se ha utilizado la siguiente fórmula:

$$V_t = V \cdot C_e \cdot C_p$$

donde:

V_t : Volumen útil necesario (l).

V: Volumen total de fluido de trabajo en el circuito (l).

C_e : Coeficiente de expansión del fluido.

C_p : Coeficiente de presión

El volumen total de fluido contenido en el circuito primario se obtiene sumando el contenido en las tuberías (3.99 l), en los elementos de captación (0.00 l) y en el intercambiador (8.75 l). En este caso, el volumen total es de 12.74 l.

Con los valores de la temperatura mínima (-8°C) y máxima (140°C), y el valor del porcentaje de glicol etilénico en agua (28%) se obtiene un valor de 'Ce' igual a 0.087. Para calcular este parámetro se han utilizado las siguientes expresiones:

$$C_e = fc \cdot (-95 + 1.2 \cdot t) \cdot 10^{-3}$$

donde:

fc: Factor de correlación debido al porcentaje de glicol etilénico.

t: Temperatura máxima en el circuito.

El factor 'fc' se calcula mediante la siguiente expresión:

$$fc = a \cdot (1.8 \cdot t + 32)^b$$

donde:

$$a = -0.0134 \cdot (G^2 - 143.8 \cdot G + 1918.2) = 17.87$$

$$b = 0.00035 \cdot (G^2 - 94.57 \cdot G + 500.) = -0.48$$

G: Porcentaje de glicol etilénico en agua (28%).

El coeficiente de presión (Cp) se calcula mediante la siguiente expresión:

$$C_p = \frac{P_{\max}}{P_{\max} - P_{\min}}$$

donde:

Pmax: Presión máxima en el vaso de expansión.

Pmin: Presión mínima en el vaso de expansión.

El punto de mínima presión de la instalación corresponde a los captadores solares, ya que se encuentran a la cota máxima. Para evitar la entrada de aire, se considera una presión mínima aceptable de 1.5 bar.

La presión mínima del vaso debe ser ligeramente inferior a la presión de tarado de la válvula de seguridad (aproximadamente 0.9 veces). Por otro lado, el componente crítico respecto a la presión es el captador solar, cuya presión máxima es de 6 bar (sin incorporar el kit de fijación especial).

A partir de las presiones máxima y mínima, se calcula el coeficiente de presión (C_p). En este caso, el valor obtenido es de 1.3.

Purgadores y desaireadores

El sistema de purga está situado en la batería de captadores. Por tanto, se asume un volumen total de 100.0 cm³.

Sistema de regulación y control

El sistema de regulación y control tiene como finalidad la actuación sobre el régimen de funcionamiento de las bombas de circulación, la activación y desactivación del sistema antiheladas, así como el control de la temperatura máxima en el acumulador. En este caso, el regulador utilizado es el siguiente: Helioset 250 T 1, "SAUNIER DUVAL".

Aislamiento

El aislamiento térmico del circuito primario se realizará mediante coquilla flexible de espuma elastomérica. El espesor del aislamiento será de 30 mm en las tuberías exteriores y de 20 mm en las interiores.

ANEJO 6. PROTECCIÓN FRENTE AL RUIDO (DB HR)

Las tablas siguientes recogen las fichas justificativas del cumplimiento de los valores límite de aislamiento acústico, calculado mediante la opción general de cálculo recogida en el punto 3.1.3 (CTE DB HR), correspondiente al modelo simplificado para la transmisión acústica estructural de la UNE EN 12354, partes 1, 2 y 3.

Tabiquería:		
Tipo	Características en proyecto exigido	
Tabique de una hoja con trasdosado en ambas caras	m (kg/m ²)= 55.8 R_A (dBA) = 58.8	≤ 33
Tabique de una hoja, con revestimiento	m (kg/m ²)= 78.8 R_A (dBA) = 35.3	≤ 33
Tabique de una hoja, con revestimiento	m (kg/m ²)= 81.1 R_A (dBA) = 35.3	≤ 33

Elementos de separación verticales entre:				
Recinto emisor	Recinto receptor	Tipo	Características	Aislamiento acústico en proyecto exigido
Cualquier recinto no perteneciente a la unidad de uso ⁽¹⁾ (si los recintos no comparten puertas ni ventanas)	Protegido	Elemento base		No procede
		Trasdosado		
		Puerta o ventana		No procede
		Cerramiento		No procede
		Elemento base		No procede
		Trasdosado		
		Elemento base		No procede
		Trasdosado		
Cualquier recinto no perteneciente a la unidad de uso ⁽¹⁾ (si los recintos comparten puertas o ventanas)	Habitable	Elemento base		No procede
		Trasdosado		
Cualquier recinto no perteneciente a la unidad de uso ⁽¹⁾⁽²⁾ (si los recintos comparten puertas o ventanas)		Puerta o ventana		No procede
		Cerramiento		No procede
De instalaciones		Elemento base		No procede
		Trasdosado		
De instalaciones (si los recintos comparten puertas o ventanas)		Puerta o ventana		No procede
		Cerramiento		No procede
De actividad		Elemento base		No procede
		Trasdosado		
De actividad (si los recintos comparten puertas o ventanas)		Puerta o ventana		No procede
		Cerramiento		No procede

⁽¹⁾ Siempre que no sea recinto de instalaciones o recinto de actividad

⁽²⁾ Sólo en edificios de uso residencial o sanitario

Fachadas, cubiertas y suelos en contacto con el aire exterior:			
Ruido exterior	Recinto receptor	Tipo	Aislamiento acústico en proyecto exigido
$L_d = 60$ dBA	Protegido (Dormitorio)	Parte ciega: Teja curva (Forjado madera) Huecos: Velux cubierta	$D_{2m,nT,Atr} = 32$ dBA ≤ 30 dBA

La tabla siguiente recoge la situación exacta en el edificio de cada recinto receptor, para los valores más desfavorables de aislamiento acústico calculados ($D_{nT,Atr}$, $L'_{nT,w}$ y $D_{2m,nT,Atr}$), mostrados en las fichas justificativas del cumplimiento de los valores límite de aislamiento acústico impuestos en el Documento Básico CTE DB HR, calculados mediante la opción general.

Tipo de cálculo	Emisor	Recinto receptor		
		Tipo	Planta	Nombre del recinto
Ruido aéreo exterior en fachadas, cubiertas y suelos en contacto con el aire exterior		Protegido	Planta 2	Dormitorio 2 (Dormitorio)

ANEJO 7. INFRAESTRUCTURAS COMUNES DE TELECOMUNICACIONES (ITC)

El edificio objeto del proyecto no pertenece al ámbito de aplicación de la Ley 49/1960, de 21 de julio, de la Propiedad Horizontal, modificada por la ley 8/1999, de 6 de abril, por lo que no está dentro del ámbito de aplicación del Real Decreto 346/2011, de 11 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de los edificios y, de la actividad de instalación de equipos y sistemas de telecomunicaciones. Consecuentemente no estará acogido al régimen de propiedad horizontal regulado por dicha Ley.

Aun no siendo aplicable dicho Reglamento en el presente Proyecto, se considera conveniente efectuar las obras necesarias para su instalación en el momento en el que se lleva a cabo la restauración de la vivienda, puesto que, en el caso de realizarlas a posterior,

la instalación resultaría más costosa y, además existe la posibilidad de introducir patologías en la vivienda restaurada, como consecuencia de la ejecución de la misma.

Objeto del proyecto

Proporcionar una solución técnica que garantice el acceso del edificio a los servicios de telecomunicaciones y establecer los condicionantes técnicos que debe cumplir la instalación de telecomunicaciones del edificio, basados en el Real Decreto 346/2011, de 11 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones.

Cálculo de radio y televisión, terrestre y por satélite

Cabecera 1

Atenuación en las redes de dispersión e interior de usuario

$$At \text{ (dispersión/interior)} = Ai \text{ (BAT)} + At \text{ (cables)} \cdot L_{\text{red}} + Ai \text{ (PAU/repartidor)}$$

'At (dispersión/interior)' es la atenuación entre la salida de cada derivador de planta y cada toma de usuario.

'At (cables)' es la atenuación por unidad de longitud en los cables coaxiales de las redes de dispersión e interior de usuario.

'L_{red}' es la longitud de los cables coaxiales de las redes de dispersión e interior de usuario. Se considera que la distribución se realiza por el techo de la planta y que el registro de toma está instalado a 0,5 m sobre el suelo de la planta.

'Ai (PAU/repartidor)' es la atenuación de inserción del repartidor del PAU para cada salida.

'Ai (BAT)' es la atenuación por inserción en la conexión a la base de acceso terminal correspondiente.

Ai (PAU/repartidor)				
Tipo	Tipo	Salidas	Pérdidas 47-790 MHz	Pérdidas 952-2150 MHz
13D	Vivienda tipo A	13	14.00	17.00

Ai (BAT)	
Pérdidas 47-790 MHz	Pérdidas 952-2150 MHz
1.00	1.20

Red interior, Atenuación en el cable para cada frecuencia (47-790 MHz)

Frecuencia MHz	474.00	97.75
At (cables)	0.12	0.06

Red interior, Atenuación en el cable para cada frecuencia (950-2150 MHz)

Satélite	HISPASAT				ASTRA			
Frecuencia MHz	950.00	1550.00	1750.00	2150.00	950.00	1550.00	1750.00	2150.00
At (cables)	0.18	0.24	0.26	0.28	0.18	0.24	0.26	0.28

Redes de dispersión e interior de usuario

Toma	Longitud		
	Red interior (m)	Red de dispersión (m)	Total (m)
Planta baja, 1	5.01	0.00	5.01
Planta baja, 2	13.53	0.00	13.53
Planta baja, 3	33.31	0.00	33.31
Planta baja, 4	44.92	0.00	44.92
Planta baja, 5	72.01	0.00	72.01
Planta baja, 6	57.51	0.00	57.51
Planta baja, 7	22.01	0.00	22.01

Cabecera 1, Vertical 1

Toma	Frecuencias (MHz)	
	C21 474.00	FM 97.75
Planta baja, 1	1.62	1.29
Planta baja, 2	2.67	1.78
Planta baja, 3	5.10	2.91
Planta baja, 4	6.53	3.58
Planta baja, 5	9.87	5.13
Planta baja, 6	8.08	4.30
Planta baja, 7	3.71	2.26

Cabecera 1, Vertical 1

Toma	Frecuencias (MHz)			
	950.00	1550.00	1750.00	2150.00
Planta baja, 1	2.12	2.42	2.50	2.63
Planta baja, 2	3.69	4.50	4.72	5.06
Planta baja, 3	7.34	9.33	9.86	10.69
Planta baja, 4	9.47	12.16	12.88	14.00
Planta baja, 5	14.46	18.77	19.92	21.72

Cabecera 1, Vertical 1				
Toma	Frecuencias (MHz)			
	950.00	1550.00	1750.00	2150.00
Planta baja, 6	11.79	15.23	16.15	17.59
Planta baja, 7	5.25	6.57	6.92	7.47

Atenuación en la red de bajada desde la antena

$$At \text{ (bajada antena)} = At \text{ (cables)} \cdot L_{red} + At \text{ (Z)}$$

'At (bajada antena)' es la atenuación entre la salida de antena y la entrada a cada amplificador de la cabecera.

'At (cables)' es la atenuación por unidad de longitud en el cable dispuesto entre la antena y la cabecera.

'L_{red}' es la longitud del tramo de cable coaxial entre la antena y los amplificadores de cabecera.

'At (Z)' es la atenuación debida a la demultiplexación 'Z' a la entrada de cada amplificador.

Atenuación en el cable para cada frecuencia (47-790 MHz)		
Frecuencia MHz	474.00	97.75
At (cables)	0.12	0.06

Atenuación en el cable para cada frecuencia (950-2150 MHz)								
Satélite	HISPASAT				ASTRA			
Frecuencia MHz	950.00	1550.00	1750.00	2150.00	950.00	1550.00	1750.00	2150.00
At (cables)	0.18	0.24	0.26	0.28	0.18	0.24	0.26	0.28

Longitudes de cable en la red de bajada desde la antena				
Antena	Ubicación			Longitud (m)
	Planta	Cabecera	Planta	
1	Cubierta	Cabecera 1	Planta baja	20.90

Pérdidas por demultiplexado 'Z'	
Atenuación (dB)	
47-790 MHz	950-2150 MHz

Pérdidas por demultiplexado 'Z'	
Atenuación (dB)	
47-790 MHz	950-2150 MHz
3.00	0.00

At (bajada antenna) 47-790 MHz (dB)			
Ubicación		Frecuencias (MHz)	
Cabecera	Planta	C21 474.00	FM 97.75
1	Planta baja	5.57	4.20

At (bajada antenna) 950-2150 MHz (dB)					
Ubicación		950.00	1550.00	1750.00	2150.00
Cabecera	Planta				
1	Planta baja	3.85	5.10	5.43	5.96

Relación señal/ruido en la banda 47-790 MHz. (peor toma)

Cabecera 1		
	Frecuencias MHz	
	C21 474.00	FM 97.75
PEOR TOMA	Planta baja, 5	Planta baja, 5
A1 (dB)	5.57	4.20
a1	3.61	2.63
G2 (dB)	30.00	16.00
g2	1000.00	39.81
F2 (dB)	9.00	9.00
f2	7.94	7.94
A3 (dB)	23.87	19.13
a3	243.65	81.84
fsis	28.70	21.04
Fsis (dB)	14.58	13.23

'a1' es la suma de la atenuación del tramo de cable antena-cabecera y las pérdidas de demultiplexación 'Z' a la entrada de cada amplificador monocanal.

'A1' equivale a 'a1' expresada en dB.

'g2' es la ganancia del amplificador.

'G2' equivale a 'g2' expresada en dB.

'f2' es el factor de ruido del amplificador monocanal.

'F2' es la figura de ruido del amplificador monocanal.

'a3' es la atenuación de la red desde la salida de los amplificadores de cabecera hasta la peor toma de usuario.

'A3' equivale a 'a3' expresada en dB.

'fsis' es el factor de ruido del conjunto del sistema.

'Fsis' es la figura de ruido del sistema.

Relación señal/ruido en la banda 950-2150 MHz. (peor toma)

Cabecera 1				
	950.00	1550.00	1750.00	2150.00
PEOR TOMA	Planta baja, 5	Planta baja, 5	Planta baja, 5	Planta baja, 5
G1 (dB)	55.00	55.00	55.00	55.00
g1	316227.77	316227.77	316227.77	316227.77
F1 (dB)	0.70	0.70	0.70	0.70
f1	1.17	1.17	1.17	1.17
A1 (dB)	3.85	5.10	5.43	5.96
a1	2.43	3.24	3.49	3.94
G2 (dB)	14.30	17.85	18.81	20.29
g2	26.93	61.02	75.95	106.91
F2 (dB)	12.50	12.50	12.50	12.50
f2	17.78	17.78	17.78	17.78
A3 (dB)	31.46	35.77	36.92	38.72
a3	1401.00	3776.04	4923.25	7452.06
fsis	1.18	1.18	1.18	1.18
Fsis (dB)	0.70	0.70	0.70	0.70

'g1' es la ganancia del convertidor LNB.

'G1' equivale a 'g1' expresada en dB.

'f1' es la figura de ruido del convertidor LNB.

'F1' equivale a 'f1' expresada en dB.

'a1' es la atenuación en el tramo convertidor LNB - amplificador FI.

'A1' equivale a 'a1' expresada en dB.

'g2' es la ganancia del amplificador FI.

'G2' equivale a 'g2' expresada en dB.

'f2' es la figura de ruido del amplificador FI.

'F2' equivale a 'f2' expresada en dB.

'a3' es la atenuación de la red.

'A3' equivale a 'a3' expresada en dB.

'fsis' es el factor de ruido del conjunto del sistema.

ANEJO 8. REGLAMENTO DE INSTALACIONES TÉRMICAS DE LOS EDIFICIOS (RITE)

Exigencias técnicas

Las instalaciones térmicas del edificio objeto del presente proyecto han sido diseñadas y calculadas de forma que:

- Se obtiene una calidad térmica del ambiente, una calidad del aire interior y una calidad de la dotación de agua caliente sanitaria que es aceptables para los usuarios de la vivienda sin que se produzca menoscabo de la calidad acústica del ambiente, cumpliendo la exigencia de bienestar e higiene.
- Se reduce el consumo de energía convencional de las instalaciones térmicas y, como consecuencia, las emisiones de gases de efecto invernadero y otros contaminantes atmosféricos, cumpliendo la exigencia de eficiencia energética.
- Se previene y reduce a límites aceptables el riesgo de sufrir accidentes y siniestros capaces de producir daños o perjuicios a las personas, flora, fauna, bienes o al medio ambiente, así como de otros hechos susceptibles de producir en los usuarios molestias o enfermedades, cumpliendo la exigencia de seguridad.

Justificación del cumplimiento de la exigencia de calidad del ambiente del apartado 1.4.1

La exigencia de calidad térmica del ambiente se considera satisfecha en el diseño y dimensionamiento de la instalación térmica. Por tanto, todos los parámetros que definen el bienestar térmico se mantienen dentro de los valores establecidos.

En la siguiente tabla aparecen los límites que cumplen en la zona ocupada.

Parámetros	Límite
Temperatura operativa en verano (°C)	$23 \leq T \leq 25$
Humedad relativa en verano (%)	$45 \leq HR \leq 60$
Temperatura operativa en invierno (°C)	$21 \leq T \leq 23$
Humedad relativa en invierno (%)	$40 \leq HR \leq 50$
Velocidad media admisible con difusión por mezcla (m/s)	$V \leq 0.14$

A continuación se muestran los valores de condiciones interiores de diseño utilizadas en el proyecto:

Referencia	Condiciones interiores de diseño		
	Temperatura de verano	Temperatura de invierno	Humedad relativa interior
Baño / Aseo	24	21	50
Cocina	24	21	50
Dormitorio	24	21	50
Galería	24	21	50
Pasillo / Distribuidor	24	21	50
Salón / Comedor	24	21	50

Justificación del cumplimiento de la exigencia de calidad del aire interior del apartado 1.4.2

Categorías de calidad del aire interior

La instalación proyectada se incluye en un edificio de viviendas, por tanto se han considerado los requisitos de calidad de aire interior establecidos en la sección HS 3 del Código Técnico de la Edificación.

Caudal mínimo de aire exterior

El caudal mínimo de aire exterior de ventilación necesario se calcula según el método indirecto de caudal de aire exterior por persona y el método de caudal de aire por unidad de superficie, especificados en la instrucción técnica I.T.1.1.4.2.3.

Se describe a continuación la ventilación diseñada para los recintos utilizados en el proyecto.

Referencia	Caudales de ventilación		
	Por persona (m ³ /h)	Por unidad de superficie (m ³ /(h·m ²))	Por recinto (m ³ /h)
Baño / Aseo		2.7	54.0
Cocina		7.2	
Dormitorio	18.0	2.7	
Pasillo / Distribuidor		2.7	
Salón / Comedor	10.8	2.7	

Justificación del cumplimiento de la exigencia de higiene del apartado 1.4.3

La temperatura de preparación del agua caliente sanitaria se ha diseñado para que sea compatible con su uso, considerando las pérdidas de temperatura en la red de tuberías.

La instalación interior de ACS se ha dimensionado según las especificaciones establecidas en el Documento Básico HS-4 del Código Técnico de la Edificación.

Justificación del cumplimiento de la exigencia de calidad acústica del apartado 1.4.4

La instalación térmica cumple con la exigencia básica HR Protección frente al ruido del CTE conforme a su documento básico.

Justificación del cumplimiento de la exigencia de eficiencia energética en la generación de calor y frío del apartado 1.2.4.1

Generalidades

Las unidades de producción del proyecto utilizan energías convencionales ajustándose a la carga máxima simultánea de las instalaciones servidas considerando las ganancias o pérdidas de calor a través de las redes de tuberías de los fluidos portadores, así como el equivalente térmico de la potencia absorbida por los equipos de transporte de fluidos.

Cargas térmicas

Cargas máximas simultáneas

A continuación se muestra el resumen de la carga máxima simultánea para cada uno de los conjuntos de recintos:

Calefacción

Conjunto: Planta baja - Aseo PSM							
Recinto	Planta	Carga interna sensible (W)	Ventilación		Potencia		
			Caudal (m ³ /h)	Carga total (W)	Por superficie (W/m ²)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
Aseo PSM	Planta baja	680.66	54.00	161.50	166.98	842.16	842.16
Total			54.0	Carga total simultánea		842.2	

Conjunto: Planta baja - Salón 2							
Recinto	Planta	Carga interna sensible (W)	Ventilación		Potencia		
			Caudal (m ³ /h)	Carga total (W)	Por superficie (W/m ²)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
Salón 2	Planta baja	2012.33	123.05	736.04	60.30	2748.38	2748.38

Conjunto: Planta baja - Salón 2							
Recinto	Planta	Carga interna sensible (W)	Ventilación		Potencia		
			Caudal (m³/h)	Carga total (W)	Por superficie (W/m²)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
Total			123.1	Carga total simultánea		2748.4	

Conjunto: Planta 1 - Aseo P1							
Recinto	Planta	Carga interna sensible (W)	Ventilación		Potencia		
			Caudal (m ³ /h)	Carga total (W)	Por superficie (W/m ²)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
Aseo P1	Planta 1	414.78	54.00	161.50	279.30	576.28	576.28
Total			54.0	Carga total simultánea		576.3	

Conjunto: Planta 1 - Baño P1							
Recinto	Planta	Carga interna sensible (W)	Ventilación		Potencia		
			Caudal (m ³ /h)	Carga total (W)	Por superficie (W/m ²)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
Baño P1	Planta 1	779.06	54.00	161.50	107.62	940.56	940.56
Total			54.0	Carga total simultánea		940.6	

Conjunto: Planta 1 - Cocina							
Recinto	Planta	Carga interna sensible (W)	Ventilación		Potencia		
			Caudal (m ³ /h)	Carga total (W)	Por superficie (W/m ²)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
Cocina	Planta 1	738.95	114.95	343.79	67.82	1082.73	1082.73
Total			115.0	Carga total simultánea		1082.7	

Conjunto: Planta 1 - Dormitorio 1							
Recinto	Planta	Carga interna sensible (W)	Ventilación		Potencia		
			Caudal (m ³ /h)	Carga total (W)	Por superficie (W/m ²)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
Dormitorio 1	Planta 1	1157.85	52.12	311.77	76.13	1469.63	1469.63

Conjunto: Planta 1 - Dormitorio 1							
Recinto	Planta	Carga interna sensible (W)	Ventilación		Potencia		
			Caudal (m³/h)	Carga total (W)	Por superficie (W/m²)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
Total			52.1	Carga total simultánea		1469.6	

Conjunto: Planta 1 - Dormitorio 2							
Recinto	Planta	Carga interna sensible (W)	Ventilación		Potencia		
			Caudal (m ³ /h)	Carga total (W)	Por superficie (W/m ²)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
Dormitorio 2	Planta 1	980.38	42.57	254.66	78.32	1235.03	1235.03
Total			42.6	Carga total simultánea		1235.0	

Conjunto: Planta 1 - Pasillo							
Recinto	Planta	Carga interna sensible (W)	Ventilación		Potencia		
			Caudal (m ³ /h)	Carga total (W)	Por superficie (W/m ²)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
Pasillo	Planta 1	939.92	38.44	114.98	74.09	1054.90	1054.90
Total			38.4	Carga total simultánea		1054.9	

Conjunto: Planta 1 - Salón							
Recinto	Planta	Carga interna sensible (W)	Ventilación		Potencia		
			Caudal (m ³ /h)	Carga total (W)	Por superficie (W/m ²)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
Salón	Planta 1	658.77	74.57	446.04	40.00	1104.81	1104.81
Total			74.6	Carga total simultánea		1104.8	

Conjunto: Planta 2 - Baño PBC							
Recinto	Planta	Carga interna sensible (W)	Ventilación		Potencia		
			Caudal (m ³ /h)	Carga total (W)	Por superficie (W/m ²)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
Baño PBC	Planta 2	651.00	54.00	161.50	87.80	812.50	812.50
Total			54.0	Carga total simultánea		812.5	

Conjunto: Planta 2 - Dormitorio 2							
Recinto	Planta	Carga interna sensible (W)	Ventilación		Potencia		
			Caudal (m ³ /h)	Carga total (W)	Por superficie (W/m ²)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
Dormitorio 2	Planta 2	1052.16	61.62	368.56	62.26	1420.72	1420.72
Total			61.6	Carga total simultánea		1420.7	

Conjunto: Planta 2 - Dormitorio 3							
Recinto	Planta	Carga interna sensible (W)	Ventilación		Potencia		
			Caudal (m ³ /h)	Carga total (W)	Por superficie (W/m ²)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
Dormitorio 3	Planta 2	997.45	67.16	401.74	56.25	1399.19	1399.19
Total			67.2	Carga total simultánea		1399.2	

En el anexo aparece el cálculo de la carga térmica para cada uno de los recintos de la instalación.

Cargas parciales y mínimas

Se muestran a continuación las demandas parciales por meses para cada uno de los conjuntos de recintos.

Calefacción:

Conjunto de recintos	Carga máxima simultánea por mes (kW)		
	Diciembre	Enero	Febrero
Planta baja - Aseo PSM	0.84	0.84	0.84
Planta 1 - Aseo P1	0.58	0.58	0.58
Planta 1 - Baño P1	0.94	0.94	0.94
Planta 2 - Baño PBC	0.81	0.81	0.81
Planta 1 - Salón	1.10	1.10	1.10
Planta 1 - Cocina	1.08	1.08	1.08
Planta 1 - Pasillo	1.05	1.05	1.05
Planta 1 - Dormitorio 1	1.47	1.47	1.47
Planta 1 - Dormitorio 2	1.24	1.24	1.24
Planta 2 - Dormitorio 2	1.42	1.42	1.42
Planta 2 - Dormitorio 3	1.40	1.40	1.40
Planta baja - Salón 2	2.75	2.75	2.75

Potencia térmica instalada

En la siguiente tabla se resume el cálculo de la carga máxima simultánea, la pérdida de calor en las tuberías y el equivalente térmico de la potencia absorbida por los equipos de transporte de fluidos con la potencia instalada para cada conjunto de recintos.

Conjunto de recintos	$P_{\text{instalada}}$ (kW)	% q_{tub}	% q_{equipos}	Q_{cal} (kW)	Total (kW)
Planta baja - Aseo PSM	1.82	3.51	2.00	0.84	0.94
Planta 1 - Aseo P1	0.84	3.51	2.00	0.58	0.62
Planta 1 - Baño P1	2.10	3.51	2.00	0.94	1.06
Planta 2 - Baño PBC	1.68	3.51	2.00	0.81	0.91
Planta 1 - Salón	2.80	3.51	2.00	1.10	1.26
Planta 1 - Cocina	2.38	3.51	2.00	1.08	1.21
Planta 1 - Pasillo	1.12	3.51	2.00	1.05	1.12
Planta 1 - Dormitorio 1	2.80	3.51	2.00	1.47	1.62
Planta 1 - Dormitorio 2	2.52	3.51	2.00	1.24	1.37
Planta 2 - Dormitorio 2	2.94	3.51	2.00	1.42	1.58
Planta 2 - Dormitorio 3	2.80	3.51	2.00	1.40	1.55
Planta baja - Salón 2	6.17	3.51	2.00	2.75	3.09
Abreviaturas utilizadas					
$P_{\text{instalada}}$	Potencia instalada (kW)	% q_{equipos}	Porcentaje del equivalente térmico de la potencia absorbida por los equipos de transporte de fluidos respecto a la potencia instalada (%)		
% q_{tub}	Porcentaje de pérdida de calor en tuberías para calefacción respecto a la potencia instalada (%)	Q_{cal}	Carga máxima simultánea de calefacción (kW)		

La potencia instalada de los equipos es la siguiente:

Equipos	Potencia instalada de calefacción (kW)	Potencia de calefacción (kW)
Tipo 1	30.00	14.69
Total	30.0	14.7

Equipos	Referencia
Tipo 1	Caldera de pie, de condensación, con cuerpo de fundición de hierro gris GL 180 y quemador presurizado de gasóleo de llama azul, para calefacción y A.C.S. acumulada, sonda de A.C.S. y sonda exterior, "JUNKERS"

Justificación del cumplimiento de la exigencia de eficiencia energética en las redes de tuberías y conductos de calor y frío del apartado 1.2.4.2

Aislamiento térmico en redes de tuberías

Introducción

El aislamiento de las tuberías se ha realizado según la I.T.1.2.4.2.1.1 'Procedimiento simplificado'. Este método define los espesores de aislamiento según la temperatura del fluido y el diámetro exterior de la tubería sin aislar. Las tablas 1.2.4.2.1 y 1.2.4.2.2 muestran el aislamiento mínimo para un material con conductividad de referencia a 10 °C de 0.040 W/(m·K).

El cálculo de la transmisión de calor en las tuberías se ha realizado según la norma UNE-EN ISO 12241.

Tuberías en contacto con el ambiente exterior

Se han considerado las siguientes condiciones exteriores para el cálculo de la pérdida de calor:

Temperatura seca exterior de invierno: 1.8 °C

Velocidad del viento: 5.2 m/s

Tuberías en contacto con el ambiente interior

Se han considerado las condiciones interiores de diseño en los recintos para el cálculo de las pérdidas en las tuberías especificados en la justificación del cumplimiento de la exigencia de calidad del ambiente del apartado 1.4.1.

A continuación se describen las tuberías en el ambiente interior y los aislamientos empleados, además de las pérdidas por metro lineal y las pérdidas totales de calor.

Tubería	Ø	$\lambda_{\text{aisl.}}$ (W/(m·K))	$e_{\text{aisl.}}$ (mm)	$L_{\text{imp.}}$ (m)	$L_{\text{ret.}}$ (m)	$\Phi_{\text{m.cal.}}$ (W/m)	$q_{\text{cal.}}$ (W)
Tipo 1	25 mm	0.037	25	0.61	0.93	6.07	9.4
Tipo 1	16 mm	0.037	25	135.95	117.38	5.07	1283.3
Tipo 1	20 mm	0.037	25	6.72	10.14	5.31	89.4
						Total	1382

Abreviaturas utilizadas

Ø	Diámetro nominal	$L_{\text{ret.}}$	Longitud de retorno
$\lambda_{\text{aisl.}}$	Conductividad del aislamiento	$\Phi_{\text{m.cal.}}$	Valor medio de las pérdidas de calor para calefacción por unidad de longitud
$e_{\text{aisl.}}$	Espesor del aislamiento	$q_{\text{cal.}}$	Pérdidas de calor para calefacción
$L_{\text{imp.}}$	Longitud de impulsión		

Tubería	Referencia
Tipo 1	Tubería de distribución de agua fría y caliente de climatización formada por tubo de polietileno reticulado (PE-X), con barrera de oxígeno (EVOH), de 16 mm de diámetro exterior y 1,8 mm de espesor, PN=6 atm, colocado superficialmente en el interior del edificio, con aislamiento mediante coquilla flexible de espuma elastomérica.

Para tener en cuenta la presencia de válvulas en el sistema de tuberías se ha añadido un 15 % al cálculo de la pérdida de calor.

Pérdida de calor en tuberías

La potencia instalada de los equipos es la siguiente:

Equipos	Potencia de calefacción (kW)
Tipo 1	30.00
Total	30.00

Equipos	Referencia
Tipo 1	Caldera de pie, de condensación, con cuerpo de fundición de hierro gris GL 180 y quemador presurizado de gasóleo de llama azul, para calefacción y A.C.S. acumulada, sonda de A.C.S. y sonda exterior, "JUNKERS"

El porcentaje de pérdidas de calor en las tuberías de la instalación es el siguiente:

Calefacción

Potencia de los equipos (kW)	q_{cal} (W)	Pérdida de calor (%)
30.00	1053.8	3.5

Por tanto la pérdida de calor en tuberías es inferior al 4.0 %.

Eficiencia energética de los motores eléctricos

Los motores eléctricos utilizados en la instalación quedan excluidos de la exigencia de rendimiento mínimo, según el punto 3 de la instrucción técnica I.T. 1.2.4.2.6.

Redes de tuberías

El trazado de las tuberías se ha diseñado teniendo en cuenta el horario de funcionamiento de cada subsistema, la longitud hidráulica del circuito y el tipo de unidades terminales servidas.

Justificación del cumplimiento de la exigencia de eficiencia energética en el control de instalaciones térmicas del apartado 1.2.4.3

Generalidades

La instalación térmica proyectada está dotada de los sistemas de control automático necesarios para que se puedan mantener en los recintos las condiciones de diseño previstas.

Control de las condiciones termohigrométricas

El equipamiento mínimo de aparatos de control de las condiciones de temperatura y humedad relativa de los recintos, según las categorías descritas en la tabla 2.4.2.1, es el siguiente:

THM-C1:

Variación de la temperatura del fluido portador (agua-aire) en función de la temperatura exterior y/o control de la temperatura del ambiente por zona térmica.

Además, en los sistemas de calefacción por agua en viviendas se incluye una válvula termostática en cada una de las unidades terminales de los recintos principales.

THM-C2:

Como THM-C1, más el control de la humedad relativa media o la del local más representativo.

THM-C3:

Como THM-C1, más variación de la temperatura del fluido portador frío en función de la temperatura exterior y/o control de la temperatura del ambiente por zona térmica.

THM-C4:

Como THM-C3, más control de la humedad relativa media o la del recinto más representativo.

THM-C5:

Como THM-C3, más control de la humedad relativa en locales.

A continuación se describe el sistema de control empleado para cada conjunto de recintos:

Conjunto de recintos	Sistema de control
Planta baja - Aseo PSM	THM-C1
Planta 1 - Aseo P1	THM-C1
Planta 1 - Baño P1	THM-C1
Planta 2 - Baño PBC	THM-C1
Planta 1 - Salón	THM-C1
Planta 1 - Cocina	THM-C1
Planta 1 - Pasillo	THM-C1
Planta 1 - Dormitorio 1	THM-C1
Planta 1 - Dormitorio 2	THM-C1
Planta 2 - Dormitorio 2	THM-C1
Planta 2 - Dormitorio 3	THM-C1
Planta baja - Salón 2	THM-C1

Control de la calidad del aire interior en las instalaciones de climatización

El control de la calidad de aire interior puede realizarse por uno de los métodos descritos en la tabla 2.4.3.2.

Categoría	Tipo	Descripción
IDA-C1	Control manual	El sistema funciona continuamente
IDA-C2		El sistema funciona manualmente, controlado por un interruptor
IDA-C3		El sistema funciona de acuerdo a un determinado horario
IDA-C4		El sistema funciona por una señal de presencia
IDA-C5		El sistema funciona dependiendo del número de personas presentes
IDA-C6		El sistema está controlado por sensores que miden parámetros de calidad del aire interior

Se ha empleado en el proyecto el método IDA-C1.

Justificación del cumplimiento de la exigencia de recuperación de energía del apartado 1.2.4.5

Zonificación

El diseño de la instalación ha sido realizado teniendo en cuenta la zonificación, para obtener un elevado bienestar y ahorro de energía. Los sistemas se han dividido en subsistemas, considerando los espacios interiores y su orientación, así como su uso, ocupación y horario de funcionamiento.

Justificación del cumplimiento de la exigencia de aprovechamiento de energías renovables del apartado 1.2.4.6

La instalación térmica destinada a la producción de agua caliente sanitaria cumple con la exigencia básica CTE HE 4 'Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria' mediante la justificación de su documento básico.

Justificación del cumplimiento de la exigencia de limitación de la utilización de energía convencional del apartado 1.2.4.7

Se enumeran los puntos para justificar el cumplimiento de esta exigencia:

- El sistema de calefacción empleado no es un sistema centralizado que utilice la energía eléctrica por "efecto Joule".
- No se ha climatizado ninguno de los recintos no habitables incluidos en el proyecto.
- No se realizan procesos sucesivos de enfriamiento y calentamiento, ni se produce la interacción de dos fluidos con temperatura de efectos opuestos.

- No se contempla en el proyecto el empleo de ningún combustible sólido de origen fósil en las instalaciones térmicas.

Lista de los equipos consumidores de energía

Se incluye a continuación un resumen de todos los equipos proyectados, con su consumo de energía.

Calderas y grupos térmicos

Equipos	Referencia
Tipo 1	Caldera de pie, de condensación, con cuerpo de fundición de hierro gris GL 180 y quemador presurizado de gasóleo de llama azul, para calefacción y A.C.S. acumulada, sonda de A.C.S. y sonda exterior, "JUNKERS"

ANEJO 9. REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO DE BAJA TENSIÓN (REBT)

DISTRIBUCIÓN DE FASES

La distribución de las fases se ha realizado de forma que la carga está lo más equilibrada posible.

CPM-1					
Planta	Esquema	P _{calc} [W]	Potencia Eléctrica [W]		
			R	S	T
0	CPM-1	-	9200.0	-	-
0	(Cuadro de vivienda)	9200.0	9200.0	-	-

(Cuadro de vivienda)					
Nº de circuito	Tipo de circuito	Recinto	Potencia Eléctrica [W]		
			R	S	T
C13 (ventilación híbrida)	C13 (ventilación híbrida)	-	400.0	-	-
C1 (iluminación)	C1 (iluminación)	-	1769.8	-	-
C4 (lavadora, lavavajillas y termo eléctrico)	C4 (lavadora, lavavajillas y termo eléctrico)	-	3450.0	-	-
C2 (tomas)	C2 (tomas)	-	2900.0	-	-
C5 (baño y auxiliar de cocina)	C5 (baño y auxiliar de cocina)	-	1500.0	-	-
C7 (tomas)	C7 (tomas)	-	2900.0	-	-
C7(2) (tomas)	C7(2) (tomas)	-	2800.0	-	-
C3 (cocina/horno)	C3 (cocina/horno)	-	5400.0	-	-
C10 (secadora)	C10 (secadora)	-	3450.0	-	-
C11 (automatización, energía y seguridad)	C11 (automatización, energía y seguridad)	-	2300.0	-	-
C7(3) (tomas)	C7(3) (tomas)	-	2400.0	-	-
C12 (baño y auxiliar de cocina)	C12 (baño y auxiliar de cocina)	-	1000.0	-	-
C14 (ventilación interior)	C14 (ventilación interior)	-	715.0	-	-

CÁLCULOS

Los resultados obtenidos se resumen en las siguientes tablas:

Derivaciones individuales

Datos de cálculo								
Planta	Esquema	P _{calc} (kW)	Longitud (m)	Línea	I _c (A)	I' _z (A)	c.d.t (%)	c.d.t _{ac} (%)
0	(Cuadro de vivienda)	9.20	9.99	RZ1-K (AS) 3G6	40.00	46.00	1.27	1.27

Descripción de las instalaciones						
Esquema	Línea	Tipo de instalación	I_z (A)	F_{cagrup}	R_{inc} (%)	I'_z (A)
(Cuadro de vivienda)	RZ1-K (AS) 3G6	Tubo superficial D=40 mm	46.00	1.00	-	46.00

Sobrecarga y cortocircuito											
Esquema	Línea	I_c (A)	Protección es Fusible (A)	I_2 (A)	I_z (A)	I_{cu} (kA)	I_{ccc} (kA)	I_{ccd} (kA)	t_{iccd} (s)	t_{ficcd} (s)	L_{max} (m)
(Cuadro de vivienda)	RZ1-K (AS) 3G6	40.00	40	64.00	46.00	100	12.000	2.012	0.18	0.06	137.74

Instalación interior

Viviendas

Viviendas

En la entrada de cada vivienda se instalará el cuadro general de mando y protección, que contará con los siguientes dispositivos de protección:

Interruptor general automático de corte omnipolar, que permita su accionamiento manual y que esté dotado de elementos de protección contra sobrecarga y cortocircuitos.

Interruptor diferencial general, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos, o varios interruptores diferenciales para la protección contra contactos indirectos de cada uno de los circuitos o grupos de circuitos en función del tipo o carácter de la instalación.

Interruptor automático de corte omnipolar, destinado a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores.

La composición del cuadro y los circuitos interiores será la siguiente:

Datos de cálculo de (Cuadro de vivienda)							
Esquema	P_{calc} (kW)	Longitud (m)	Línea	I_c (A)	I'_z (A)	c.d.t (%)	c.d.t _{ac} (%)
(Cuadro de vivienda) Sub-grupo 1							
C1 (iluminación)	1.77	421.67	H07V-K 3G1.5	7.69	15.00	1.45	2.72
C2 (tomas)	3.45	55.79	H07V-K 3G2.5	15.00	21.00	1.15	2.42
C3 (cocina/horno)	5.40	12.21	H07V-K 3G6	24.71	36.00	0.84	2.11
C4 (lavadora, lavavajillas y termo eléctrico)	3.45	26.14	H07V-K 3G4	15.79	27.00	0.97	2.24
C5 (baño y auxiliar de cocina)	3.45	59.99	H07V-K 3G2.5	15.00	21.00	1.55	2.82
Sub-grupo 2							
C7 (tomas)	3.45	113.82	H07V-K 3G2.5	15.00	21.00	1.49	2.76

Datos de cálculo de (Cuadro de vivienda)							
Esquema	P _{calc} (kW)	Longitud (m)	Línea	I _c (A)	I' _z (A)	c.d.t (%)	c.d.t _{ac} (%)
C12 (baño y auxiliar de cocina)	3.45	13.88	H07V-K 3G2.5	15.00	21.00	1.47	2.74
C13 (ventilación híbrida)	0.40	0.31	H07V-K 3G1.5	1.74	15.00	-	1.27
C10 (secadora)	3.45	8.50	H07V-K 3G2.5	15.79	21.00	0.91	2.18
C11 (automatización, energía y seguridad)	2.30	178.44	H07V-K 3G1.5	10.00	15.00	2.11	3.38
Sub-grupo 3							
C7(2) (tomas)	3.45	127.44	H07V-K 3G2.5	15.00	21.00	1.76	3.02
C14 (ventilación interior)	0.71	43.16	H07V-K 3G1.5	3.74	15.00	0.23	1.50
C7(3) (tomas)	3.45	80.41	H07V-K 3G2.5	15.00	21.00	1.47	2.74

Descripción de las instalaciones						
Esquema	Línea	Tipo de instalación	I _z (A)	FC _{arru} D	R _{inc} (%)	I' _z (A)
C1 (iluminación)	H07V-K 3G1.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=16 mm	15.00	1.00	-	15.00
C2 (tomas)	H07V-K 3G2.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=20 mm	21.00	1.00	-	21.00
C3 (cocina/horno)	H07V-K 3G6	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=25 mm	36.00	1.00	-	36.00
C4 (lavadora, lavavajillas y termo eléctrico)	H07V-K 3G4	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=20 mm	27.00	1.00	-	27.00
C5 (baño y auxiliar de cocina)	H07V-K 3G2.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=20 mm	21.00	1.00	-	21.00
C7 (tomas)	H07V-K 3G2.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=20 mm	21.00	1.00	-	21.00
C12 (baño y auxiliar de cocina)	H07V-K 3G2.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=20 mm	21.00	1.00	-	21.00
C13 (ventilación híbrida)	H07V-K 3G1.5	Tubo superficial D=32 mm	15.00	1.00	-	15.00
C10 (secadora)	H07V-K 3G2.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=20 mm	21.00	1.00	-	21.00

Descripción de las instalaciones						
Esquema	Línea	Tipo de instalación	I_z (A)	$F_{C_{agruD}}$	R_{inc} (%)	I'_z (A)
C11 (automatización, energía y seguridad)	H07V-K 3G1.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=16 mm	15.00	1.00	-	15.00
C7(2) (tomas)	H07V-K 3G2.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=20 mm	21.00	1.00	-	21.00
C14 (ventilación interior)	H07V-K 3G1.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=16 mm	15.00	1.00	-	15.00
C7(3) (tomas)	H07V-K 3G2.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=20 mm	21.00	1.00	-	21.00

Sobrecarga y cortocircuito ' (cuadro de vivienda) '										
Esquema	Línea	I_c (A)	Protecciones ICP: In Guard: In Aut: In, curva Dif: In, sens, nº polos Telerruptor: In, nº polos	I_2 (A)	I_z (A)	I_{cu} (kA)	I_{ecc} (kA)	I_{ccp} (kA)	t_{iecc} (s)	t_{iccp} (s)
(Cuadro de vivienda)			ICP: 40 IGA: 40							
Sub-grupo 1			Dif: 40, 30, 2 polos							
C1 (iluminación)	H07V-K 3G1.5	7.69	Aut: 10 {C',B',D'}	14.50	15.00	6	4.041	0.396	0.05	0.19
C2 (tomas)	H07V-K 3G2.5	15.00	Aut: 16 {C',B',D'}	23.20	21.00	6	4.041	0.769	0.05	0.14
C3 (cocina/horno)	H07V-K 3G6	24.71	Aut: 25 {C',B',D'}	36.25	36.00	6	4.041	1.143	0.05	0.36
C4 (lavadora, lavavajillas y termo eléctrico)	H07V-K 3G4	15.79	Aut: 20 {C',B',D'}	29.00	27.00	6	4.041	0.843	0.05	0.30
C5 (baño y auxiliar de cocina)	H07V-K 3G2.5	15.00	Aut: 16 {C',B',D'}	23.20	21.00	6	4.041	0.631	0.05	0.21
Sub-grupo 2			Dif: 40, 30, 2 polos							
C7 (tomas)	H07V-K 3G2.5	15.00	Aut: 16 {C',B',D'}	23.20	21.00	6	4.041	0.650	0.05	0.20
C12 (baño y auxiliar de cocina)	H07V-K 3G2.5	15.00	Aut: 16 {C',B',D'}	23.20	21.00	6	4.041	0.654	0.05	0.19
C13 (ventilación híbrida)	H07V-K 3G1.5	1.74	Aut: 10 {C',B',D'}	14.50	15.00	6	4.041	1.868	0.05	< 0.01
C10 (secadora)	H07V-K 3G2.5	15.79	Aut: 16 {C',B',D'}	23.20	21.00	6	4.041	0.886	0.05	0.11
C11 (automatización, energía y seguridad)	H07V-K 3G1.5	10.00	Aut: 10 {C',B',D'}	14.50	15.00	6	4.041	0.366	0.05	0.22
Sub-grupo 3			Dif: 40, 30, 2 polos							
C7(2) (tomas)	H07V-K 3G2.5	15.00	Aut: 16 {C',B',D'}	23.20	21.00	6	4.041	0.579	0.05	0.25
C14 (ventilación interior)	H07V-K 3G1.5	3.74	Aut: 10 {C',B',D'}	14.50	15.00	6	4.041	0.378	0.05	0.21
C7(3) (tomas)	H07V-K 3G2.5	15.00	Aut: 16 {C',B',D'}	23.20	21.00	6	4.041	0.655	0.05	0.19

Leyenda

c.d.t caída de tensión (%)

c.d.t_{ac} caída de tensión acumulada (%)

Leyenda	
I_c	intensidad de cálculo del circuito (A)
I_z	intensidad máxima admisible del conductor en las condiciones de instalación (A)
$F_{C_{agrup}}$	factor de corrección por agrupamiento
R_{inc}	porcentaje de reducción de la intensidad admisible por conductor en zona de riesgo de incendio o explosión (%)
I'_z	intensidad máxima admisible corregida del conductor en las condiciones de instalación (A)
I_2	intensidad de funcionamiento de la protección (A)
I_{cu}	poder de corte de la protección (kA)
I_{ccc}	intensidad de cortocircuito al inicio de la línea (kA)
I_{ccp}	intensidad de cortocircuito al final de la línea (kA)
L_{max}	longitud máxima de la línea protegida por el fusible a cortocircuito (A)
P_{calc}	potencia de cálculo (kW)
t_{iccc}	tiempo que el conductor soporta la intensidad de cortocircuito al inicio de la línea (s)
t_{iccp}	tiempo que el conductor soporta la intensidad de cortocircuito al final de la línea (s)
t_{ficcp}	tiempo de fusión del fusible para la intensidad de cortocircuito (s)

ANEJO 10. NORMAS DE HABITABILIDAD DE GALICIA

Por el Decreto de 29/2010, de 4 de Marzo de 2010, se aprueban las normas de habitabilidad de viviendas de Galicia.

En el capítulo V, artículo 16: “Excepcionalidad del cumplimiento de las condiciones de habitabilidad reguladas en este decreto”, se excluye del cumplimiento a las actuaciones de rehabilitación en viviendas existentes, construidas al amparo de normativa anterior presente, solicitando dicha excepción a través del ayuntamiento.

Los límites y condiciones para autorizar dicha excepcionalidad serán los expuestos en el anexo II de dicho Decreto.

A pesar de esto, se han cumplido estas normas en la medida de lo posible, como se puede apreciar en la documentación gráfica.

ANEJO 11.PLAN DE CONTROL DE CALIDAD

INTRODUCCIÓN

El Código Técnico de la Edificación (CTE) establece las exigencias básicas de calidad que deben cumplir los edificios, incluidas sus instalaciones, para satisfacer los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad.

El CTE determina, además, que dichas exigencias básicas deben cumplirse en el proyecto, la construcción, el mantenimiento y la conservación de los edificios y sus instalaciones.

La comprobación del cumplimiento de estas exigencias básicas se determina mediante una serie de controles: el control de recepción en obra de los productos, el control de ejecución de la obra y el control de la obra terminada.

Se redacta el presente Plan de control de calidad como anejo del proyecto, con objeto de dar cumplimiento a lo establecido en el Anejo I de la parte I del CTE, en el apartado correspondiente a los Anejos de la Memoria, habiendo sido elaborado atendiendo a las prescripciones de la normativa de aplicación vigente, a las características del proyecto y a lo estipulado en el Pliego de Condiciones del presente proyecto.

Este anejo del proyecto no es un elemento sustancial del mismo, puesto que todo su contenido queda suficientemente referenciado en el correspondiente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares del proyecto.

Simplemente es un documento complementario, cuya misión es servir de ayuda al Director de Ejecución de la Obra para redactar el correspondiente ESTUDIO DE PROGRAMACIÓN DEL CONTROL DE CALIDAD DE LA OBRA, elaborado en función del Plan de Obra del constructor; donde se cuantifica, mediante la integración de los requisitos del Pliego con las mediciones del proyecto, el número y tipo de ensayos y pruebas a realizar por parte del laboratorio acreditado, permitiéndole obtener su valoración económica.

El control de calidad de las obras incluye:

- El control de recepción en obra de los productos.
- El control de ejecución de la obra.
- El control de la obra terminada.

Para ello:

- 1) El Director de la Ejecución de la Obra recopilará la documentación del control realizado, verificando que es conforme a lo establecido en el proyecto, sus anejos y sus modificaciones.
- 2) El Constructor recabará de los suministradores de productos y facilitará al Director de Obra y al Director de la Ejecución de la Obra la documentación de los productos anteriormente señalada, así como sus instrucciones de uso y mantenimiento, y las garantías correspondientes cuando proceda.
- 3) La documentación de calidad preparada por el Constructor sobre cada una de las unidades de obra podrá servir, si así lo autorizara el Director de la Ejecución de la Obra, como parte del control de calidad de la obra.

Una vez finalizada la obra, la documentación del seguimiento del control será depositada por el Director de la Ejecución de la Obra, en el Colegio Profesional correspondiente o, en su caso, en la Administración Pública competente, que asegure su tutela y se comprometa a emitir certificaciones de su contenido a quienes acrediten un interés legítimo.

CONTROL DE RECEPCIÓN EN OBRA: PRESCRIPCIONES SOBRE LOS MATERIALES

En el apartado del Pliego del proyecto, correspondiente a las Prescripciones sobre los materiales, se establecen las condiciones de suministro; recepción y control; conservación, almacenamiento y manipulación, y recomendaciones para su uso en obra, de todos aquellos materiales utilizados en la obra.

El control de recepción abarcará ensayos de comprobación sobre aquellos productos a los que así se les exija en la reglamentación vigente, en el Pliego del proyecto o en el correspondiente ESTUDIO DE PROGRAMACIÓN DEL CONTROL DE CALIDAD DE LA OBRA. Este control se efectuará sobre el muestreo del producto, sometiéndose a criterios de aceptación y rechazo y adoptándose las decisiones allí determinadas.

El Director de Ejecución de la Obra cursará instrucciones al Constructor para que aporte los certificados de calidad y el marcado CE de los productos, equipos y sistemas que se incorporen a la obra.

CONTROL DE LA CALIDAD EN LA EJECUCIÓN: PRESCRIPCIONES SOBRE LA EJECUCIÓN POR UNIDAD DE OBRA.

En el apartado del Pliego del proyecto, correspondiente a las Prescripciones sobre la ejecución por unidad de obra, se enumeran las fases de la ejecución de cada unidad de obra.

Las unidades de obra son ejecutadas a partir de materiales (productos) que han pasado su control de calidad, por lo que la calidad de los componentes de la unidad de obra queda acreditada por los documentos que los avalan, sin embargo, la calidad de las partes no garantiza la calidad del producto final (unidad de obra).

En este apartado del Plan de control de calidad, se establecen las operaciones de control mínimas a realizar durante la ejecución de cada unidad de obra, para cada una de las fases de ejecución descritas en el Pliego, así como las pruebas de servicio a realizar a cargo y cuenta de la empresa constructora o instaladora.

Para poder avalar la calidad de las unidades de obra, se establece, de modo orientativo, la frecuencia mínima de control a realizar, incluyendo los aspectos más relevantes para la correcta ejecución de la unidad de obra, a verificar por parte del Director de Ejecución de la Obra durante el proceso de ejecución.

El Director de Ejecución de la Obra redactará el correspondiente ESTUDIO DE PROGRAMACIÓN DEL CONTROL DE CALIDAD DE LA OBRA, de acuerdo con las especificaciones del proyecto y lo descrito en el presente Plan de control de calidad.

A continuación se detallan los controles mínimos a realizar por el Director de Ejecución de la Obra, y las pruebas de servicio a realizar por el contratista, a su cargo, para cada una de las unidades de obra:

C06.02 Ayudas de albañilería.**267,13 m²**

FASE	1	Sellado de agujeros y huecos de paso de instalaciones.		
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo	

	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
1.1	Sellado.	1 en general	<ul style="list-style-type: none"> ■ Existencia de discontinuidades o agrietamientos. ■ Falta de adherencia.

C07.01.01 Arqueta de entrada.**1,00 Ud**

FASE	1	Replanteo de la arqueta.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
1.1	Situación.	1 por unidad	<ul style="list-style-type: none"> ■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.
1.2	Dimensiones.	1 por unidad	<ul style="list-style-type: none"> ■ Variaciones superiores a ± 30 mm.
1.3	Distancia a otros elementos e instalaciones.	1 por unidad	<ul style="list-style-type: none"> ■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.

FASE	2	Eliminación de las tierras sueltas del fondo de la excavación.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
2.1	Limpieza y planeidad.	1 por unidad	<ul style="list-style-type: none"> ■ Falta de planeidad o presencia de irregularidades en el plano de apoyo.

FASE	3	Vertido y compactación del hormigón en formación de solera.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
3.1	Espesor.	1 por unidad	<ul style="list-style-type: none"> ■ Inferior a 10 cm.
3.2	Condiciones de vertido del hormigón.	1 por unidad	<ul style="list-style-type: none"> ■ Consistencia de la amasada en el momento de la descarga distinta de la especificada en el proyecto o que presente principio de fraguado. ■ Amasadas a las que se ha añadido agua u otra sustancia nociva no prevista en el proyecto.

FASE	4	Montaje de las piezas prefabricadas.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
4.1	Fijación.	1 por unidad	<ul style="list-style-type: none"> ■ Fijación deficiente.

FASE	5	Conexión de tubos de la canalización.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
5.1	Situación y dimensiones de los tubos y las perforaciones.	1 por unidad	<ul style="list-style-type: none"> ■ Falta de correspondencia entre los tubos y las perforaciones para su conexión.

FASE	6	Colocación de accesorios.		
		Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
6.1		Tapa de la arqueta.	1 por unidad	■ Falta de enrase con el pavimento.

C07.01.02 Canalización externa enterrada.**1,12 m**

FASE	1	Replanteo y trazado de la zanja.		
		Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
1.1		Trazado de la zanja.	1 por zanja	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.
1.2		Dimensiones de la zanja.	1 por zanja	■ Insuficientes.

FASE	2	Refinado de fondos y laterales a mano, con extracción de las tierras.		
		Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
2.1		Limpieza y planeidad.	1 por canalización	■ Falta de planeidad o presencia de irregularidades en el plano de apoyo.

FASE	3	Vertido y compactación del hormigón en formación de solera.		
		Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
3.1		Condiciones de vertido del hormigón.	1 por canalización	<ul style="list-style-type: none"> ■ Consistencia de la amasada en el momento de la descarga distinta de la especificada en el proyecto o que presente principio de fraguado. ■ Amasadas a las que se ha añadido agua u otra sustancia nociva no prevista en el proyecto.

FASE	4	Presentación en seco del tubo.		
		Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
4.1		Número, tipo y dimensiones.	1 por tubo	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.
4.2		Situación.	1 por canalización	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.
4.3		Distancia a la rasante del vial.	1 por canalización	■ Inferior a 60 cm.
4.4		Cruce con otras instalaciones.	1 por canalización	<ul style="list-style-type: none"> ■ Paso bajo instalaciones de agua. ■ Paso sobre instalaciones de gas. ■ Paralelismo en el mismo plano horizontal.

FASE	5	Vertido y compactación del hormigón para formación del prisma.		
		Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo

	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
5.1	Condiciones de vertido del hormigón.	1 por canalización	<ul style="list-style-type: none"> ■ Consistencia de la amasada en el momento de la descarga distinta de la especificada en el proyecto o que presente principio de fraguado. ■ Amasadas a las que se ha añadido agua u otra sustancia nociva no prevista en el proyecto.

C07.01.03 Canalización de enlace.**21,26 m**

FASE	1	Replanteo y trazado de la línea.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
1.1	Situación.	1 por canalización	<ul style="list-style-type: none"> ■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.

FASE	2	Colocación y fijación de los tubos.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
2.1	Tipo de tubo.	1 por tubo	<ul style="list-style-type: none"> ■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.
2.2	Diámetros.	1 por tubo	<ul style="list-style-type: none"> ■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.
2.3	Pasos a través de elementos constructivos.	1 por paso	<ul style="list-style-type: none"> ■ Discontinuidad o ausencia de elementos flexibles en el paso.

C07.01.04 Registro de enlace.**1,00 Ud****C07.01.05 Registro de terminación de red.****1,00 Ud**

FASE	1	Replanteo.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
1.1	Situación.	1 en general	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ausencia de registro de enlace en los cambios de dirección. ■ Distancia entre registros de enlace superior a 30 m si la canalización es empotrada. ■ Distancia entre registros de enlace superior a 50 m si la canalización es superficial.

C07.01.06 Canalización interior.**671,45 m**

FASE	1	Replanteo y trazado de la línea.	
------	---	----------------------------------	--

	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
1.1	Situación.	1 por vivienda	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.

FASE	2	Colocación y fijación de los tubos.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
2.1	Tipo de tubo.	1 por tubo	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.
2.2	Diámetros.	1 por tubo	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.
2.3	Pasos a través de elementos constructivos.	1 por paso	■ Discontinuidad o ausencia de elementos flexibles en el paso.

C07.01.07 Registro de toma.

19,00 Ud

FASE	1	Replanteo.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
1.1	Situación.	1 por unidad	■ Variaciones superiores a ± 20 mm.

C07.02.01 Mástil para fijación de 3 antenas..

1,00 Ud

FASE	1	Colocación y aplomado del mástil.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
1.1	Anclaje del mástil.	1 por unidad	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.
1.2	Desplome del mástil.	1 por unidad	■ Superior al 0,5%.
1.3	Situación de las antenas.	1 por unidad	■ Separación entre antenas inferior a 1 m. ■ Separación entre conjuntos de antenas inferior a 5 m.

C07.02.02 Antena exterior FM.

1,00 Ud

C07.02.03 Antena exterior DAB.

1,00 Ud

C07.02.14 Antena exterior UHF.

1,00 Ud

FASE	1	Colocación de la antena.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
1.1	Situación de la antena.	1 por unidad	■ Separación entre antenas inferior a 1 m. ■ Separación entre conjuntos de antenas inferior a 5 m.

C07.02.15 Equipo de cabecera.**1,00 Ud**

FASE	1	Montaje de elementos.		
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo	
1.1	Situación del amplificador.	1 por amplificador	■ Se ha ubicado en recintos con condensaciones.	
1.2	Colocación.	1 por amplificador	■ Sujeción deficiente.	
1.3	Iluminación.	1 por amplificador	■ Ausencia de punto de luz.	
1.4	Bases y clavija de conexión.	1 por amplificador	■ Ausencia de base o de clavija.	
1.5	Conexión a la caja de derivación.	1 por amplificador	■ Conexión deficiente.	

C07.02.11 Cable rígido U/UTP.**212,70 m**

FASE	1	Tendido de cables.		
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo	
1.1	Situación.	1 por cable	■ Distancia a conductores eléctricos inferior a 30 cm si el recorrido es superior a 10 m. ■ Distancia a conductores eléctricos inferior a 10 cm si el recorrido es inferior a 10 m.	

C07.03.01 Depósito de gasóleo enterrado.**1,00 Ud**

FASE	1	Descarga del depósito sobre el lecho de arena.		
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo	
1.1	Situación del depósito.	1 por unidad	■ Distancia del depósito a las paredes del foso inferior a 50 cm. ■ Distancia del depósito al pavimento inferior a 1 m.	

FASE	2	Montaje de válvulas y accesorios.		
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo	
2.1	Unión de las válvulas con la tubería.	1 por unidad	■ Unión defectuosa. ■ Falta de estanqueidad.	
2.2	Accesorios.	1 por unidad	■ Ausencia de algún accesorio necesario para su correcto funcionamiento.	

FASE	3	Colocación de la boca de carga y la tapa de registro.		
------	---	---	--	--

	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
3.1	Situación de las bocas de carga.	1 por unidad	■ Inaccesibilidad de las bocas de carga.
3.2	Unión de la boca de carga con la tubería.	1 por unidad	■ Unión defectuosa. ■ Falta de estanqueidad.
3.3	Nivelación de la tapa de registro con la rasante del pavimento.	1 por unidad	■ Variaciones superiores a ± 5 mm.

FASE	4	Colocación y fijación de la canalización hasta la caldera.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
4.1	Pasos a través de elementos constructivos.	1 cada 10 m	■ Ausencia de pasatubos.
4.2	Uniones.	1 cada 10 m	■ Unión defectuosa.

PRUEBAS DE SERVICIO

Prueba de estanqueidad de las canalizaciones.	
Normativa de aplicación	NTE-IDL. Instalaciones de depósitos: Combustibles líquidos

C07.03.02**Caldera de pie.****1,00 Ud**

FASE	1	Replanteo.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
1.1	Situación.	1 por unidad	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.

FASE	2	Presentación de los elementos.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
2.1	Número y tipo.	1 por unidad	■ Incumplimiento de las prescripciones del fabricante.

FASE	3	Montaje de la caldera y sus accesorios.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
3.1	Distancia a otros elementos e instalaciones.	1 por unidad	■ Incumplimiento de las prescripciones del fabricante.
3.2	Accesorios.	1 por unidad	■ Ausencia de algún accesorio necesario para su correcto funcionamiento.

FASE	4	Conexionado con las redes de conducción de agua, de gasóleo, de salubridad y eléctrica, y con el conducto de evacuación de los productos de la combustión.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
4.1	Conexión hidráulica.	1 por unidad	<ul style="list-style-type: none"> ■ Conexión defectuosa. ■ Falta de estanqueidad.
4.2	Conexión de los cables.	1 por unidad	<ul style="list-style-type: none"> ■ Falta de sujeción o de continuidad.
4.3	Conexión del conducto de evacuación de los productos de la combustión.	1 por unidad	<ul style="list-style-type: none"> ■ Transmite esfuerzos a la caldera.

C07.03.03 Punto de llenado.**1,00 Ud****C07.03.04 Tubería de distribución de agua fría y caliente 16 mm.****229,20 m****C07.03.05 Tubería de distribución de agua fría y caliente 20 mm.****20,27 m****C07.03.06 Tubería de distribución de agua fría y caliente 25 mm.****1,71 m**

FASE	1	Replanteo del recorrido de las tuberías, accesorios y piezas especiales.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
1.1	Separación entre tuberías.	1 cada 30 m	<ul style="list-style-type: none"> ■ Inferior a 25 cm.
1.2	Distancia a conductores eléctricos.	1 cada 30 m	<ul style="list-style-type: none"> ■ Inferior a 30 cm.

FASE	2	Colocación y fijación de tuberías, accesorios y piezas especiales.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
2.1	Colocación de la tubería.	1 cada 30 m	<ul style="list-style-type: none"> ■ Diámetro distinto del especificado en el proyecto. ■ Elementos de fijación en contacto directo con el tubo. ■ Uniones sin elementos de estanqueidad.
2.2	Separación entre elementos de fijación.	1 cada 30 m	<ul style="list-style-type: none"> ■ Superior a 2 m.
2.3	Pasos a través de elementos constructivos.	1 cada 30 m de tubería	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ausencia de pasatubos. ■ Holguras sin relleno de material elástico.
2.4	Situación de válvulas, filtro y contador.	1 cada 30 m de tubería	<ul style="list-style-type: none"> ■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.

FASE	3	Colocación del aislamiento.		
	Verificaciones		Nº de controles	Criterios de rechazo
3.1	Calorifugado de la tubería.	1 cada 30 m	<ul style="list-style-type: none">■ Espesor de la coquilla inferior a lo especificado en el proyecto.■ Distancia entre tubos o al paramento inferior a 2 cm.	

PRUEBAS DE SERVICIO

Prueba de resistencia mecánica y estanqueidad.	
Normativa de aplicación	<ul style="list-style-type: none"> ■ CTE. DB HS Salubridad ■ UNE-ENV 12108. Sistemas de canalización en materiales plásticos. Práctica recomendada para la instalación en el interior de la estructura de los edificios de sistemas de canalización a presión de agua caliente y fría destinada al consumo humano

C07.03.07**Punto de vaciado.****3,00 Ud**

FASE	1	Replanteo del recorrido de las tuberías, accesorios y piezas especiales.		
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo	
1.1	Separación entre tuberías.	1 cada 30 m	■ Inferior a 25 cm.	
1.2	Distancia a conductores eléctricos.	1 cada 30 m	■ Inferior a 30 cm.	

FASE	2	Colocación y fijación de tuberías, accesorios y piezas especiales.		
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo	
2.1	Colocación de la tubería.	1 cada 30 m	<ul style="list-style-type: none">■ Diámetro distinto del especificado en el proyecto.■ Elementos de fijación en contacto directo con el tubo.■ Uniones sin elementos de estanqueidad.	
2.2	Separación entre elementos de fijación.	1 cada 30 m	<ul style="list-style-type: none">■ Superior a 2 m.	
2.3	Pasos a través de elementos constructivos.	1 cada 30 m de tubería	<ul style="list-style-type: none">■ Ausencia de pasatubos.■ Holguras sin relleno de material elástico.	
2.4	Situación de la válvula.	1 cada 30 m de tubería	<ul style="list-style-type: none">■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.	

PRUEBAS DE SERVICIO

Prueba de resistencia mecánica y estanqueidad.
--

Normativa de aplicación	<ul style="list-style-type: none"> ■ CTE. DB HS Salubridad ■ UNE-ENV 12108. Sistemas de canalización en materiales plásticos. Práctica recomendada para la instalación en el interior de la estructura de los edificios de sistemas de canalización a presión de agua caliente y fría destinada al consumo humano
-------------------------	---

C07.03.08 Purgador automático de aire.**2,00 Ud**

FASE	1	Replanteo.
	Verificaciones	Nº de controles
1.1	Situación.	1 cada 10 unidades
		■ Difícilmente accesible.

FASE	2	Colocación del purgador.
	Verificaciones	Nº de controles
2.1	Uniones.	1 cada 10 unidades
		<ul style="list-style-type: none"> ■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto. ■ Uniones roscadas sin elemento de estanqueidad.

C07.03.17 Circuito primario de sistemas solares térmicos.**30,80 m**

FASE	1	Replanteo del recorrido de las tuberías, accesorios y piezas especiales.
	Verificaciones	Nº de controles
1.1	Separación entre tuberías.	1 cada 30 m
1.2	Distancia a conductores eléctricos.	1 cada 30 m
		<ul style="list-style-type: none"> ■ Inferior a 25 cm. ■ Inferior a 30 cm.

FASE	2	Colocación y fijación de tuberías, accesorios y piezas especiales.
	Verificaciones	Nº de controles
2.1	Colocación de la tubería.	1 cada 30 m
		<ul style="list-style-type: none"> ■ Diámetro distinto del especificado en el proyecto. ■ Elementos de fijación en contacto directo con el tubo. ■ Uniones sin elementos de estanqueidad.
2.2	Separación entre elementos de fijación.	1 cada 30 m
2.3	Pendiente.	1 cada 30 m
2.4	Purgadores de aire.	1 cada 30 m
2.5	Alineaciones.	1 cada 30 m
2.6	Pasos a través de elementos constructivos.	1 cada 30 m de tubería
		<ul style="list-style-type: none"> ■ Ausencia de pasatubos. ■ Holguras sin relleno de material elástico.

FASE	3	Colocación del aislamiento.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
3.1	Calorifugado de la tubería.	1 cada 30 m	<ul style="list-style-type: none"> ■ Espesor de la coquilla inferior a lo especificado en el proyecto. ■ Distancia entre tubos o al paramento inferior a 2 cm.

PRUEBAS DE SERVICIO

Prueba de resistencia mecánica y estanqueidad.	
Normativa de aplicación	CTE. DB HS Salubridad

C07.03.18 Tubería de distribución de A.C.S..**4,30 m**

FASE	1	Replanteo del recorrido de las tuberías, accesorios y piezas especiales.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
1.1	Separación entre tuberías.	1 cada 30 m	■ Inferior a 25 cm.
1.2	Distancia a conductores eléctricos.	1 cada 30 m	■ Inferior a 30 cm.

FASE	2	Colocación y fijación de tuberías, accesorios y piezas especiales.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
2.1	Colocación de la tubería.	1 cada 30 m	<ul style="list-style-type: none"> ■ Diámetro distinto del especificado en el proyecto. ■ Elementos de fijación en contacto directo con el tubo. ■ Uniones sin elementos de estanqueidad.
2.2	Separación entre elementos de fijación.	1 cada 30 m	■ Superior a 2 m.
2.3	Pendiente.	1 cada 30 m	■ Inferior al 0,2%.
2.4	Purgadores de aire.	1 cada 30 m	■ Ausencia de purgadores de aire en los puntos altos de la instalación.
2.5	Alineaciones.	1 cada 30 m	■ Desviaciones superiores al 2‰.
2.6	Pasos a través de elementos constructivos.	1 cada 30 m de tubería	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ausencia de pasatubos. ■ Holguras sin relleno de material elástico.

FASE	3	Colocación del aislamiento.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo

	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
3.1	Calorifugado de la tubería.	1 cada 30 m	<ul style="list-style-type: none"> ■ Espesor de la coquilla inferior a lo especificado en el proyecto. ■ Distancia entre tubos o al paramento inferior a 2 cm.

PRUEBAS DE SERVICIO

Prueba de resistencia mecánica y estanqueidad.			
Normativa de aplicación	<ul style="list-style-type: none"> ■ CTE. DB HS Salubridad ■ UNE-ENV 12108. Sistemas de canalización en materiales plásticos. Práctica recomendada para la instalación en el interior de la estructura de los edificios de sistemas de canalización a presión de agua caliente y fría destinada al consumo humano 		

C07.03.19 Electro bomba centrífuga.**1,00 Ud**

FASE	1	Colocación de la bomba de circulación.		
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo	
1.1	Situación.	1 por unidad	<ul style="list-style-type: none"> ■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto. 	
1.2	Colocación.	1 por unidad	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ausencia de elementos antivibratorios. ■ Falta de nivelación. ■ Separación entre grupos inferior a 50 cm. 	

FASE	2	Conexión a la red de distribución.		
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo	
2.1	Conexiones.	1 por unidad	<ul style="list-style-type: none"> ■ Conexiones defectuosas de elementos como manómetros, llaves de compuerta, manguitos antivibratorios y válvula de retención. 	

C07.03.20 Kit solar.**1,00 Ud**

FASE	1	Colocación de la válvula.		
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo	
1.1	Colocación de la válvula.	1 por unidad	<ul style="list-style-type: none"> ■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto. ■ Uniones roscadas sin elemento de estanqueidad. 	

FASE	2	Conexión de la válvula a los tubos.		
	Verificaciones		Nº de controles	Criterios de rechazo
2.1	Uniones.		1 por unidad	■ Uniones defectuosas o sin elemento de estanqueidad.

C07.03.09	Radiador de aluminio inyectado, 5 elementos.	1,00 Ud
C07.03.10	Radiador de aluminio inyectado, 6 elementos.	5,00 Ud
C07.03.11	Radiador de aluminio inyectado, 7 elementos.	3,00 Ud
C07.03.12	Radiador de aluminio inyectado, 8 elementos.	3,00 Ud
C07.03.13	Radiador de aluminio inyectado, 10 elementos.	7,00 Ud
C07.03.14	Radiador de aluminio inyectado, 11 elementos.	2,00 Ud
C07.03.15	Radiador de aluminio inyectado, 12 elementos.	1,00 Ud
C07.03.16	Radiador de aluminio inyectado, de 15 elementos.	2,00 Ud

FASE	1	Replanteo mediante plantilla.		
	Verificaciones		Nº de controles	Criterios de rechazo
1.1	Situación.		1 cada 10 unidades	■ Difícilmente accesible. ■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.

FASE	2	Fijación en paramento mediante elementos de anclaje.		
	Verificaciones		Nº de controles	Criterios de rechazo
2.1	Fijación.		1 cada 10 unidades	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto. ■ Fijación deficiente.

FASE	3	Situación y fijación de las unidades.		
	Verificaciones		Nº de controles	Criterios de rechazo
3.1	Distancia a la pared.		1 cada 10 unidades	■ Inferior a 4 cm.
3.2	Distancia al suelo.		1 cada 10 unidades	■ Inferior a 10 cm.

FASE	4	Montaje de accesorios.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
4.1	Purgador.	1 cada 10 unidades	■ Ausencia de purgador.

FASE	5	Conexionado con la red de conducción de agua.		
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo	
5.1	Conexión hidráulica.	1 cada 10 unidades	■ Conexión defectuosa. ■ Falta de estanqueidad.	

C07.03.21 Captador solar térmico completo.**1,00 Ud**

FASE	1	Replanteo del conjunto.		
		Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
1.1	Situación.		1 por unidad	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.

FASE	2	Colocación de la estructura soporte.		
		Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
2.1	Disposición.		1 por unidad	■ Sombras sobre los captadores solares.

FASE	3	Colocación y fijación de los paneles sobre la estructura soporte.		
		Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
3.1	Orientación.		1 por unidad	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.
3.2	Inclinación.		1 por unidad	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.

FASE	4	Colocación del sistema de acumulación solar.		
		Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
4.1	Dimensiones y características.		1 por unidad	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.

FASE	5	Conexión con la red de conducción de agua.		
		Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
5.1	Conexión hidráulica.		1 por unidad	■ Conexión defectuosa. ■ Falta de estanqueidad.

FASE	6	Llenado del circuito.		
		Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
6.1	Operación de llenado.		1 por unidad	■ Aparición de fugas de fluido. ■ Aparición de bolsas de aire en algún punto del circuito.

C07.04.01 Red de toma de tierra.**1,00 Ud**

FASE	1	Replanteo.		
		Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo

	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
1.1	Trazado de la línea y puntos de puesta a tierra.	1 por unidad	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.

FASE	2	Conexión del electrodo y la línea de enlace.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
2.1	Fijación del borne.	1 por conexión	■ Sujeción insuficiente.
2.2	Tipo y sección del conductor.	1 por conexión	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.
2.3	Conexiones y terminales.	1 por conexión	■ Sujeción insuficiente. ■ Discontinuidad en la conexión.

FASE	3	Montaje del punto de puesta a tierra.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
3.1	Conexión del punto de puesta a tierra.	1 por conexión	■ Sujeción insuficiente. ■ Discontinuidad en la conexión.
3.2	Número de picas y separación entre ellas.	1 por punto	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.
3.3	Accesibilidad.	1 por punto	■ Difícilmente accesible.

FASE	4	Trazado de la línea principal de tierra.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
4.1	Tipo y sección del conductor.	1 por unidad	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.
4.2	Conexión.	1 por unidad	■ Sujeción insuficiente. ■ Discontinuidad en la conexión.

FASE	5	Sujeción.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
5.1	Fijación.	1 por unidad	■ Insuficiente.

FASE	6	Trazado de derivaciones de tierra.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
6.1	Tipo y sección del conductor.	1 por unidad	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.

FASE	7	Conexión de las derivaciones.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
7.1	Conexión.	1 por conexión	■ Sujeción insuficiente. ■ Discontinuidad en la conexión.

FASE	8	Conexionado a masa de la red.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
8.1	Conexión.	1 por conexión	<ul style="list-style-type: none"> ■ Sujeción insuficiente. ■ Discontinuidad en la conexión.

PRUEBAS DE SERVICIO

Prueba de medida de la resistencia de puesta a tierra.	
Normativa de aplicación	GUÍA-BT-ANEXO 4. Verificación de las instalaciones eléctricas

C07.04.03 Canalización fija 32 mm. 0,31 m

C07.04.04 Canalización fija 40 mm. 9,99 m

FASE	1	Replanteo.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
1.1	Situación.	1 por canalización	<ul style="list-style-type: none"> ■ Proximidad a elementos generadores de calor o vibraciones. ■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.

FASE	2	Colocación y fijación del tubo.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
2.1	Tipo de tubo.	1 por canalización	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.
2.2	Diámetro y fijación.	1 por canalización	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.

C07.04.05 Canalización empotrada 16 mm. 507,92 m

C07.04.06 Canalización empotrada 20 mm. 492,68 m

C07.04.07 Canalización empotrada 25 mm. 12,21 m

FASE	1	Replanteo.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
1.1	Situación.	1 por canalización	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.

FASE	2	Colocación y fijación del tubo.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
2.1	Tipo de tubo.	1 por canalización	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.

	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
2.2	Diámetro y fijación.	1 por canalización	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.
2.3	Trazado de las rozas.	1 por canalización	■ Dimensiones insuficientes.

C07.04.08 Cable unipolar RZ1-K (AS). 29,97 m

C07.04.09 Cable unipolar H07V-K 1,5 mm². 1.952,79 m

C07.04.10 Cable unipolar H07V-K 2,5 mm². 1.399,59 m

C07.04.11 Cable unipolar H07V-K 4 mm². 78,42 m

C07.04.12 Cable unipolar H07V-K 6 mm². 36,63 m

FASE	1	Tendido del cable.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
1.1	Sección de los conductores.	1 por cable	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.
1.2	Colores utilizados.	1 por cable	■ No se han utilizado los colores reglamentarios.

FASE	2	Conexionado.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
2.1	Conexionado.	1 por circuito de alimentación	■ Falta de sujeción o de continuidad. ■ Secciones insuficientes para las intensidades de arranque.

C07.04.13 Caja de protección y medida . 1,00 Ud

FASE	1	Replanteo de la situación de los conductos y anclajes de la caja.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
1.1	Situación.	1 por unidad	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.
1.2	Dimensiones de la hornacina.	1 por unidad	■ Insuficientes.
1.3	Situación de las canalizaciones de entrada y salida.	1 por unidad	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.
1.4	Número y situación de las fijaciones.	1 por unidad	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.

FASE	2	Fijación.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo

	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
2.1	Puntos de fijación.	1 por unidad	■ Sujeción insuficiente.

FASE	3	Colocación de tubos y piezas especiales.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
3.1	Conductores de entrada y de salida.	1 por unidad	■ Tipo incorrecto o disposición inadecuada.

FASE	4	Conexionado.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
4.1	Conexión de los cables.	1 por unidad	■ Falta de sujeción o de continuidad.

C07.05.01 Acometida enterrada.**1,00 Ud**

FASE	1	Replanteo y trazado de la acometida, coordinado con el resto de instalaciones o elementos que puedan tener interferencias.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
1.1	Situación.	1 por unidad	■ La tubería no se ha colocado por debajo de cualquier canalización o elemento que contenga dispositivos eléctricos o electrónicos, así como de cualquier red de telecomunicaciones. ■ Distancia inferior a 30 cm a otras instalaciones paralelas.
1.2	Dimensiones y trazado de la zanja.	1 por zanja	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.
1.3	Volúmenes de protección y prohibición respecto a otras instalaciones o elementos.	1 por unidad	■ No se han respetado.

FASE	2	Eliminación de las tierras sueltas del fondo de la excavación.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
2.1	Limpieza y planeidad.	1 por unidad	■ Falta de planeidad o presencia de irregularidades en el plano de apoyo.

FASE	3	Vertido y compactación del hormigón en formación de solera.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo

	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
3.1	Condiciones de vertido del hormigón.	1 por solera	<ul style="list-style-type: none"> ■ Consistencia de la amasada en el momento de la descarga distinta de la especificada en el proyecto o que presente principio de fraguado. ■ Amasadas a las que se ha añadido agua u otra sustancia nociva no prevista en el proyecto.
3.2	Espesor.	1 por solera	<ul style="list-style-type: none"> ■ Inferior a 15 cm.

FASE	4	Colocación de la arqueta prefabricada.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
4.1	Disposición, tipo y dimensiones.	1 por unidad	<ul style="list-style-type: none"> ■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.

FASE	5	Vertido de la arena en el fondo de la zanja.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
5.1	Espesor.	1 por unidad	<ul style="list-style-type: none"> ■ Inferior a 15 cm.
5.2	Humedad y compacidad.	1 por unidad	<ul style="list-style-type: none"> ■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.

FASE	6	Colocación de la tubería.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
6.1	Tipo, situación y dimensión.	1 por unidad	<ul style="list-style-type: none"> ■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.
6.2	Colocación del manguito pasamuros.	1 por unidad	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ausencia de pasatubos rejuntado e impermeabilizado.
6.3	Alineación.	1 por unidad	<ul style="list-style-type: none"> ■ Desviaciones superiores al 2‰.

FASE	7	Montaje de la llave de corte.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
7.1	Tipo, situación y diámetro.	1 por unidad	<ul style="list-style-type: none"> ■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.
7.2	Conexiones.	1 por unidad	<ul style="list-style-type: none"> ■ Entrega de tubos insuficiente. ■ Apriete insuficiente. ■ Sellado defectuoso.

FASE	8	Empalme de la acometida con la red general del municipio.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
8.1	Tipo, situación y diámetro.	1 por unidad	<ul style="list-style-type: none"> ■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.
8.2	Conexiones de los tubos y sellado.	1 por unidad	<ul style="list-style-type: none"> ■ Entrega de tubos insuficiente. ■ Fijación defectuosa. ■ Falta de hermeticidad.

PRUEBAS DE SERVICIO

Prueba de resistencia mecánica y estanqueidad.	
Normativa de aplicación	<ul style="list-style-type: none"> ■ CTE. DB HS Salubridad ■ UNE-ENV 12108. Sistemas de canalización en materiales plásticos. Práctica recomendada para la instalación en el interior de la estructura de los edificios de sistemas de canalización a presión de agua caliente y fría destinada al consumo humano

C07.05.02 Alimentación de agua potable.**1,00 Ud**

FASE	1	Replanteo y trazado.		
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo	
1.1	Situación.	1 por unidad	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.	
1.2	Dimensiones y trazado de la zanja.	1 por zanja	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.	
1.3	Volúmenes de protección y prohibición respecto a otras instalaciones o elementos.	1 por unidad	■ No se han respetado.	

FASE	2	Eliminación de las tierras sueltas del fondo de la excavación.		
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo	
2.1	Limpieza y planeidad.	1 por unidad	■ Falta de planeidad o presencia de irregularidades en el plano de apoyo.	

FASE	3	Vertido de la arena en el fondo de la zanja.		
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo	
3.1	Espesor de la capa.	1 por unidad	■ Inferior a 10 cm.	
3.2	Humedad y compacidad.	1 por unidad	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.	

FASE	4	Colocación de la cinta anticorrosiva en la tubería.		
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo	
4.1	Disposición y tipo.	1 por unidad	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.	
4.2	Fijación y continuidad.	1 por unidad	■ Elementos sin protección o falta de adherencia.	

FASE	5	Colocación de la tubería.		
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo	

	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
5.1	Tipo, situación y dimensión.	1 por unidad	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.
5.2	Colocación del manguito pasamuros.	1 por unidad	■ Ausencia de pasatubos rejuntado e impermeabilizado.

PRUEBAS DE SERVICIO

Prueba de resistencia mecánica y estanqueidad.	
Normativa de aplicación	CTE. DB HS Salubridad

C07.05.03 Preinstalación de contador general.**1,00 Ud**

FASE	1	Replanteo.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
1.1	Situación.	1 por unidad	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.
1.2	Dimensiones y trazado del soporte.	1 por unidad	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.
1.3	Volúmenes de protección y prohibición respecto a otras instalaciones o elementos.	1 por unidad	■ No se han respetado.

FASE	2	Colocación y fijación de accesorios y piezas especiales.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
2.1	Tipo, situación y diámetro.	1 por unidad	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.
2.2	Colocación de elementos.	1 por unidad	■ Posicionamiento deficiente.

C07.05.04 Tubería para instalación interior de fontanería 16 mm.**86,73 m****C07.05.05 Tubería para instalación interior de fontanería 20 mm de diámetro 70,81 m exterior.****C07.05.06 Tubería para instalación interior de fontanería 25 mm de diámetro 38,21 m exterior.**

FASE	1	Replanteo y trazado.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo

	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
1.1	Dimensiones y trazado.	1 cada 10 m	<ul style="list-style-type: none"> ■ El trazado no se ha realizado exclusivamente con tramos horizontales y verticales. ■ La tubería no se ha colocado por debajo de cualquier canalización o elemento que contenga dispositivos eléctricos o electrónicos, así como de cualquier red de telecomunicaciones. ■ Distancia inferior a 30 cm a otras instalaciones paralelas. ■ La tubería de agua caliente se ha colocado por debajo de la tubería de agua fría, en un mismo plano vertical. ■ Distancia entre tuberías de agua fría y de agua caliente inferior a 4 cm. ■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.
1.2	Alineaciones.	1 cada 10 m	■ Desviaciones superiores al 2‰.
1.3	Volúmenes de protección y prohibición respecto a otras instalaciones o elementos.	1 cada 10 m	■ No se han respetado.

FASE	2	Colocación y fijación de tubo y accesorios.		
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo	
2.1	Diámetros y materiales.	1 cada 10 m	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.	
2.2	Número y tipo de soportes.	1 cada 10 m	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.	
2.3	Separación entre soportes.	1 cada 10 m	■ Incumplimiento de las prescripciones del fabricante.	
2.4	Uniones y juntas.	1 cada 10 m	■ Falta de resistencia a la tracción.	

PRUEBAS DE SERVICIO

Prueba de resistencia mecánica y estanqueidad.	
Normativa de aplicación	<ul style="list-style-type: none"> ■ CTE. DB HS Salubridad ■ UNE-ENV 12108. Sistemas de canalización en materiales plásticos. Práctica recomendada para la instalación en el interior de la estructura de los edificios de sistemas de canalización a presión de agua caliente y fría destinada al consumo humano

C07.05.07 **Válvula de asiento 3/4".** **10,00 Ud**

C07.05.08 **Válvula de asiento 1".** **1,00 Ud**

FASE	1	Replanteo.
	Verificaciones	Nº de controles
1.1	Situación.	1 cada 10 llaves
		<ul style="list-style-type: none"> ■ Variaciones superiores a ± 30 mm. ■ Difícilmente accesible.

FASE	2	Conexión de la válvula a los tubos.
	Verificaciones	Nº de controles
2.1	Uniones.	1 cada 10 llaves
		<ul style="list-style-type: none"> ■ Uniones defectuosas o sin elemento de estanqueidad.

C07.06.01 Luminaria de techo Downlight. 7,00 Ud

C07.06.02 Luminaria suspendida tipo Downlight. 20,00 Ud

C07.06.03 Aplique de pared. 2,00 Ud

FASE	1	Replanteo.
	Verificaciones	Nº de controles
1.1	Situación.	1 cada 10 unidades
		<ul style="list-style-type: none"> ■ Variaciones superiores a ± 20 mm.

FASE	2	Montaje, fijación y nivelación.
	Verificaciones	Nº de controles
2.1	Fijación.	1 cada 10 unidades
		<ul style="list-style-type: none"> ■ Fijación deficiente.

FASE	3	Conexionado.
	Verificaciones	Nº de controles
3.1	Conexiones de cables.	1 cada 10 unidades
		<ul style="list-style-type: none"> ■ Conexiones defectuosas a la red de alimentación eléctrica. ■ Conexiones defectuosas a la línea de tierra.

FASE	4	Colocación de lámparas y accesorios.
	Verificaciones	Nº de controles
4.1	Número de lámparas.	1 cada 10 unidades
		<ul style="list-style-type: none"> ■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.

C07.08.01 Aireador de paso. 5,00 Ud

FASE	1	Replanteo.
	Verificaciones	Nº de controles
1.1	Situación.	1 por unidad
		<ul style="list-style-type: none"> ■ Difícilmente accesible.

C07.08.02 Aireador de admisión.**11,00 Ud**

FASE	1	Replanteo.		
		Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
1.1	Altura.		1 por unidad	■ Inferior a 1,8 m sobre el nivel del suelo.

C07.08.03 Boca de extracción 21 l/s.**5,00 Ud****C07.08.04 Boca de extracción 25 l/s.****2,00 Ud**

FASE	1	Replanteo.		
		Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
1.1	Distancia al techo.		1 por unidad	■ Superior a 200 mm.
1.2	Distancia a cualquier rincón o esquina.		1 por unidad	■ Inferior a 100 mm.

C07.08.05 Ventilador helicoidal.**1,00 Ud****C07.08.06 Ventilador helicoidal.****1,00 Ud****C07.08.07 Ventilador helicoidal.****1,00 Ud****C07.08.09 Aspirador giratorio.****1,00 Ud**

FASE	1	Replanteo.		
		Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
1.1	Altura de la boca de expulsión en la cubierta del edificio.		1 por unidad	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.

C07.08.10 Conducto circular 100 mm.**7,04 m****C07.08.11 Conducto circular 125 mm.****5,23 m****C07.08.12 Conducto circular 135 mm.****2,65 m**

FASE	1	Replanteo y trazado del conducto.		
		Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
1.1	Situación.		1 cada 20 m	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.
1.2	Dimensiones, aplomado y trazado.		1 cada 20 m	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.

	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
1.3	Volúmenes de protección y prohibición respecto a otras instalaciones o elementos.	1 cada 20 m	■ No se han respetado.

FASE	2	Presentación de tubos, accesorios y piezas especiales.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
2.1	Número, tipo y dimensiones.	1 cada 20 m	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.

FASE	3	Colocación y fijación de tubos, accesorios y piezas especiales.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
3.1	Número y tipo de soportes.	1 cada 20 m	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.
3.2	Separación entre soportes.	1 cada 20 m	■ Incumplimiento de las prescripciones del fabricante.
3.3	Tipo, material, situación y diámetro.	1 cada 20 m	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.
3.4	Uniones y juntas.	1 cada 20 m	■ Falta de resistencia a la tracción.

PRUEBAS DE SERVICIO

Prueba de resistencia mecánica y estanqueidad.	
Normativa de aplicación	UNE-EN 12237. Ventilación de edificios. Conductos. Resistencia y fugas de conductos circulares de chapa metálica

C07.08.13 Conducto circular 100 mm. 2,23 m

C07.08.14 Conducto circular 125 mm horizontal. 0,30 m

FASE	1	Replanteo y trazado del conducto.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
1.1	Situación.	1 cada 20 m	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.
1.2	Dimensiones y trazado.	1 cada 20 m	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.
1.3	Volúmenes de protección y prohibición respecto a otras instalaciones o elementos.	1 cada 20 m	■ No se han respetado.

FASE	2	Presentación de tubos, accesorios y piezas especiales.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo

	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
2.1	Número, tipo y dimensiones.	1 cada 20 m	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.

FASE	3	Colocación y fijación de tubos, accesorios y piezas especiales.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
3.1	Número y tipo de soportes.	1 cada 20 m	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.
3.2	Separación entre soportes.	1 cada 20 m	■ Incumplimiento de las prescripciones del fabricante.
3.3	Tipo, material, situación y diámetro.	1 cada 20 m	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.
3.4	Uniones y juntas.	1 cada 20 m	■ Falta de resistencia a la tracción.

PRUEBAS DE SERVICIO

Prueba de resistencia mecánica y estanqueidad.	
Normativa de aplicación	UNE-EN 12237. Ventilación de edificios. Conductos. Resistencia y fugas de conductos circulares de chapa metálica

C10.01	Aislamiento térmico de tuberías 13,0 mm.	32,23 m
C10.02	Aislamiento térmico de tuberías 19,0 mm.	2,65 m
C10.03	Aislamiento térmico de tuberías 16 mm.	4,85 m
C10.04	Aislamiento térmico de tuberías 19 mm.	46,01 m
C10.05	Aislamiento térmico de tuberías 23 mm.	12,00 m

FASE	1	Colocación del aislamiento.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
1.1	Colocación.	1 cada 50 m	■ Falta de continuidad. ■ Solapes insuficientes.

C08.01	Lavabo sobre encimera modelo Art 60 "ROCA".	2,00 Ud
C08.02	Lavabo sobre encimera modelo Urbi 1 "ROCA".	2,00 Ud
C08.04	Bidé modelo Meridian "ROCA".	2,00 Ud
C08.05	Plato de ducha modelo Malta "ROCA".	2,00 Ud

FASE	1	Montaje de la grifería.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
1.1	Uniones.	1 por grifo	■ Inexistencia de elementos de junta.

C11.01 Transporte de residuos inertes de hormigones, morteros y prefabricados.	1,00 Ud
C11.02 Transporte de residuos inertes de ladrillos, tejas y materiales cerámicos.	1,00 Ud
C11.03 Transporte de residuos inertes plásticos .	1,00 Ud
C11.04 Transporte de residuos inertes de papel y cartón.	1,00 Ud
C11.05 Transporte de residuos inertes metálicos.	1,00 Ud
C11.06 Transporte de mezcla sin clasificar de residuos inertes.	1,00 Ud

FASE	1	Carga a camión del contenedor.		
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo	
1.1	Naturaleza de los residuos.	1 por contenedor	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.	

CONTROL DE RECEPCIÓN DE LA OBRA TERMINADA: PRESCRIPCIONES SOBRE VERIFICACIONES EN EL EDIFICIO TERMINADO.

En el apartado del Pliego del proyecto correspondiente a las Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado se establecen las verificaciones y pruebas de servicio a realizar por la empresa constructora o instaladora, para comprobar las prestaciones finales del edificio; siendo a su cargo el coste de las mismas.

Se realizarán tanto las pruebas finales de servicio prescritas por la legislación aplicable, contenidas en el preceptivo ESTUDIO DE PROGRAMACIÓN DEL CONTROL DE CALIDAD DE LA OBRA redactado por el Director de Ejecución de la Obra, como las indicadas en el Pliego de Prescripciones Técnicas del proyecto y las que pudiera ordenar la Dirección Facultativa durante el transcurso de la obra.

VALORACIÓN ECONÓMICA

Atendiendo a lo establecido en el Art. 11 de la LOE, es obligación del constructor ejecutar la obra con sujeción al proyecto, al contrato, a la legislación aplicable y a las instrucciones del director de obra y del director de la ejecución de la obra, a fin de alcanzar la calidad exigida en el proyecto, acreditando mediante el aporte de certificados, resultados de pruebas de servicio, ensayos u otros documentos, dicha calidad exigida.

El coste de todo ello corre a cargo y cuenta del constructor, sin que sea necesario presupuestarlo de manera diferenciada y específica en el capítulo "Control de calidad y Ensayos" del presupuesto de ejecución material del proyecto.

ANEJO 12. ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

CONTENIDO DEL DOCUMENTO

En cumplimiento del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición (RCD), conforme a lo dispuesto en el Artículo 4 "Obligaciones del productor de residuos de construcción y demolición", el presente estudio desarrolla los puntos siguientes:

- Agentes intervinientes en la Gestión de RCD.
- Normativa y legislación aplicable.
- Identificación de los residuos de construcción y demolición generados en la obra, codificados según la Orden MAM/304/2002.
- Estimación de la cantidad generada en volumen y peso.
- Medidas para la prevención de los residuos en la obra.
- Operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos.
- Medidas para la separación de los residuos en obra.
- Prescripciones en relación con el almacenamiento, manejo, separación y otras operaciones de gestión de los residuos.
- Valoración del coste previsto de la gestión de RCD.

AGENTES INTERVINIENTES

IDENTIFICACIÓN

El presente estudio corresponde al proyecto, situado en Lugar O priorato, San Salvador de Asma, Chantada (Lugo).

Los agentes principales que intervienen en la ejecución de la obra son:

Proyectista	Andrea Vázquez Otero
Director de Obra	A designar por el promotor
Director de Ejecución	A designar por el promotor

Se ha estimado en el presupuesto del proyecto, un coste de ejecución material (Presupuesto de ejecución material) de 243.094,41€.

Productor de residuos (Promotor)

Se identifica con el titular del bien inmueble en quien reside la decisión última de construir o demoler. Según el artículo 2 "Definiciones" del Real Decreto 105/2008, se pueden presentar tres casos:

1. La persona física o jurídica titular de la licencia urbanística en una obra de construcción o demolición; en aquellas obras que no precisen de licencia urbanística, tendrá la consideración de productor del residuo la persona física o jurídica titular del bien inmueble objeto de una obra de construcción o demolición.
2. La persona física o jurídica que efectúe operaciones de tratamiento, de mezcla o de otro tipo, que ocasionen un cambio de naturaleza o de composición de los residuos.
3. El importador o adquirente en cualquier Estado miembro de la Unión Europea de residuos de construcción y demolición.

En el presente estudio, se identifica como el productor de los residuos:

Poseedor de residuos (Constructor)

En la presente fase del proyecto no se ha determinado el agente que actuará como Poseedor de los Residuos, siendo responsabilidad del Productor de los residuos (Promotor) su designación antes del comienzo de las obras.

Gestor de residuos

Es la persona física o jurídica, o entidad pública o privada, que realice cualquiera de las operaciones que componen la recogida, el almacenamiento, el transporte, la valorización y la eliminación de los residuos, incluida la vigilancia de estas operaciones y la de los vertederos, así como su restauración o gestión ambiental de los residuos, con independencia de ostentar la condición de productor de los mismos. Éste será designado por el Productor de los residuos (Promotor) con anterioridad al comienzo de las obras.

OBLIGACIONES**Productor de residuos (Promotor)**

Debe incluir en el proyecto de ejecución de la obra un estudio de gestión de residuos de construcción y demolición, que contendrá como mínimo:

1. Una estimación de la cantidad, expresada en toneladas y en metros cúbicos, de los residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos, o norma que la sustituya.
2. Las medidas para la planificación y optimización de la gestión de los residuos generados en la obra objeto del proyecto.
3. Las operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos que se generarán en la obra.
4. Las medidas para la separación de los residuos en obra, en particular, para el cumplimiento por parte del poseedor de los residuos, de la obligación establecida en el apartado 5 del artículo 5.
5. Los planos de las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra. Posteriormente, dichos planos podrán ser objeto de adaptación a las características particulares de la obra y sus sistemas de ejecución, previo acuerdo de la dirección facultativa de la obra.
6. Las prescripciones del pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto, en relación con el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.
7. Una valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición, que formará parte del presupuesto del proyecto en capítulo independiente.

Está obligado a disponer de la documentación que acredite que los residuos de construcción y demolición realmente producidos en sus obras han sido gestionados, en su caso, en obra o entregados a una instalación de valorización o de eliminación para su tratamiento por gestor de residuos autorizado, en los términos recogidos en el Real Decreto 105/2008 y, en particular, en el presente estudio o en sus modificaciones. La documentación correspondiente a cada año natural deberá mantenerse durante los cinco años siguientes.

En obras de demolición, rehabilitación, reparación o reforma, deberá preparar un inventario de los residuos peligrosos que se generarán, que deberá incluirse en el estudio de gestión de RCD, así como prever su retirada selectiva, con el fin de evitar la mezcla entre ellos o con otros residuos no peligrosos, y asegurar su envío a gestores autorizados de residuos peligrosos.

En los casos de obras sometidas a licencia urbanística, el poseedor de residuos, queda obligado a constituir una fianza o garantía financiera equivalente que asegure el cumplimiento de los requisitos establecidos en dicha licencia en relación con los residuos

de construcción y demolición de la obra, en los términos previstos en la legislación de las comunidades autónomas correspondientes.

Poseedor de residuos (Constructor)

La persona física o jurídica que ejecute la obra - el constructor -, además de las prescripciones previstas en la normativa aplicable, está obligado a presentar a la propiedad de la misma un plan que refleje cómo llevará a cabo las obligaciones que le incumban en relación a los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra, en particular las recogidas en los artículos 4.1 y 5 del Real Decreto 105/2008 y las contenidas en el presente estudio.

El plan presentado y aceptado por la propiedad, una vez aprobado por la dirección facultativa, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.

El poseedor de residuos de construcción y demolición, cuando no proceda a gestionarlos por sí mismo, y sin perjuicio de los requerimientos del proyecto aprobado, estará obligado a entregarlos a un gestor de residuos o a participar en un acuerdo voluntario o convenio de colaboración para su gestión. Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente, y por este orden, a operaciones de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización.

La entrega de los residuos de construcción y demolición a un gestor por parte del poseedor habrá de constar en documento fehaciente, en el que figure, al menos, la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia y, en su caso, el número de licencia de la obra, la cantidad expresada en toneladas o en metros cúbicos, o en ambas unidades cuando sea posible, el tipo de residuos entregados, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, o norma que la sustituya, y la identificación del gestor de las operaciones de destino.

Cuando el gestor al que el poseedor entregue los residuos de construcción y demolición efectúe únicamente operaciones de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, en el documento de entrega deberá figurar también el gestor de valorización o de eliminación ulterior al que se destinarán los residuos.

En todo caso, la responsabilidad administrativa en relación con la cesión de los residuos de construcción y demolición por parte de los poseedores a los gestores se registrará por lo establecido en la legislación vigente en materia de residuos.

Mientras se encuentren en su poder, el poseedor de los residuos estará obligado a mantenerlos en condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.

La separación en fracciones se llevará a cabo preferentemente por el poseedor de los residuos dentro de la obra en que se produzcan.

Cuando por falta de espacio físico en la obra no resulte técnicamente viable efectuar dicha separación en origen, el poseedor podrá encomendar la separación de fracciones a un gestor de residuos en una instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra. En este último caso, el poseedor deberá obtener del gestor de

la instalación documentación acreditativa de que éste ha cumplido, en su nombre, la obligación recogida en el presente apartado.

El órgano competente en materia medioambiental de la comunidad autónoma donde se ubique la obra, de forma excepcional, y siempre que la separación de los residuos no haya sido especificada y presupuestada en el proyecto de obra, podrá eximir al poseedor de los residuos de construcción y demolición de la obligación de separación de alguna o de todas las anteriores fracciones.

El poseedor de los residuos de construcción y demolición estará obligado a sufragar los correspondientes costes de gestión y a entregar al productor los certificados y la documentación acreditativa de la gestión de los residuos, así como a mantener la documentación correspondiente a cada año natural durante los cinco años siguientes.

Gestor de residuos

Además de las recogidas en la legislación específica sobre residuos, el gestor de residuos de construcción y demolición cumplirá con las siguientes obligaciones:

1. En el supuesto de actividades de gestión sometidas a autorización por la legislación de residuos, llevar un registro en el que, como mínimo, figure la cantidad de residuos gestionados, expresada en toneladas y en metros cúbicos, el tipo de residuos, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, o norma que la sustituya, la identificación del productor, del poseedor y de la obra de donde proceden, o del gestor, cuando procedan de otra operación anterior de gestión, el método de gestión aplicado, así como las cantidades, en toneladas y en metros cúbicos, y destinos de los productos y residuos resultantes de la actividad.
2. Poner a disposición de las administraciones públicas competentes, a petición de las mismas, la información contenida en el registro mencionado en el punto anterior. La información referida a cada año natural deberá mantenerse durante los cinco años siguientes.
3. Extender al poseedor o al gestor que le entregue residuos de construcción y demolición, en los términos recogidos en este real decreto, los certificados acreditativos de la gestión de los residuos recibidos, especificando el productor y, en su caso, el número de licencia de la obra de procedencia. Cuando se trate de un gestor que lleve a cabo una operación exclusivamente de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, deberá además transmitir al poseedor o al gestor que le entregó los residuos, los certificados de la operación de valorización o de eliminación subsiguiente a que fueron destinados los residuos.
4. En el supuesto de que carezca de autorización para gestionar residuos peligrosos, deberá disponer de un procedimiento de admisión de residuos en la instalación que asegure que, previamente al proceso de tratamiento, se detectarán y se separarán, almacenarán adecuadamente y derivarán a gestores autorizados de residuos peligrosos aquellos que tengan este carácter y puedan llegar a la instalación mezclados con residuos no peligrosos de construcción y demolición. Esta obligación se entenderá sin perjuicio de las responsabilidades en que pueda incurrir el productor, el poseedor o, en su caso, el gestor precedente que haya enviado dichos residuos a la instalación.

NORMATIVA Y LEGISLACIÓN APLICABLE

El presente estudio se redacta al amparo del artículo 4.1 a) del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, sobre "Obligaciones del productor de residuos de construcción y demolición".

A la obra objeto del presente estudio le es de aplicación el Real Decreto 105/2008, en virtud del artículo 3, por generarse residuos de construcción y demolición definidos en el artículo 3, como:

"cualquier sustancia u objeto que, cumpliendo la definición de Residuo incluida en la legislación vigente en materia de residuos, se genere en una obra de construcción o demolición" o bien, "aquel residuo no peligroso que no experimenta transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas, no es soluble ni combustible, ni reacciona física ni químicamente ni de ninguna otra manera, no es biodegradable, no afecta negativamente a otras materias con las cuales entra en contacto de forma que pueda dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana. La lixiviabilidad total, el contenido de contaminantes del residuo y la ecotoxicidad del lixiviado deberán ser insignificantes, y en particular no deberán suponer un riesgo para la calidad de las aguas superficiales o subterráneas".

No es aplicable al presente estudio la excepción contemplada en el artículo 3.1 del Real Decreto 105/2008, al no generarse los siguientes residuos:

- a) Las tierras y piedras no contaminadas por sustancias peligrosas reutilizadas en la misma obra, en una obra distinta o en una actividad de restauración, acondicionamiento o relleno, siempre y cuando pueda acreditarse de forma fehaciente su destino a reutilización.
- b) Los residuos de industrias extractivas regulados por la Directiva 2006/21/CE, de 15 de marzo.
- c) Los lodos de dragado no peligrosos reubicados en el interior de las aguas superficiales derivados de las actividades de gestión de las aguas y de las vías navegables, de prevención de las inundaciones o de mitigación de los efectos de las inundaciones o las sequías, reguladas por el Texto Refundido de la Ley de Aguas, por la Ley 48/2003, de 26 de noviembre, de régimen económico y de prestación de servicios de los puertos de interés general, y por los tratados internacionales de los que España sea parte.

A aquellos residuos que se generen en la presente obra y estén regulados por legislación específica sobre residuos, cuando estén mezclados con otros residuos de construcción y demolición, les será de aplicación el Real Decreto 105/2008 en los aspectos no contemplados en la legislación específica.

Para la elaboración del presente estudio se ha considerado la normativa siguiente:

- Artículo 45 de la Constitución Española.

G GESTIÓN DE RESIDUOS

Real Decreto sobre la prevención y reducción de la contaminación del medio ambiente producida por el amianto

Real Decreto 108/1991, de 1 de febrero, del Ministerio de Relaciones con las Cortes y de la Secretaría del Gobierno.

B.O.E.: 6 de febrero de 1991

Ley de envases y residuos de envases

Ley 11/1997, de 24 de abril, de la Jefatura del Estado.

B.O.E.: 25 de abril de 1997

Desarrollada por:

Reglamento para el desarrollo y ejecución de la Ley 11/1997, de 24 de abril, de envases y residuos de envases

Real Decreto 782/1998, de 30 de abril, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 1 de mayo de 1998

Modificada por:

Modificación de diversos reglamentos del área de medio ambiente para su adaptación a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley de libre acceso a actividades de servicios y su ejercicio

Real Decreto 367/2010, de 26 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 27 de marzo de 2010

Plan nacional de residuos de construcción y demolición 2001-2006

Resolución de 14 de junio de 2001, de la Secretaría General de Medio Ambiente.

B.O.E.: 12 de julio de 2001

Real Decreto por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero

Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, del Ministerio de Medio Ambiente.

B.O.E.: 29 de enero de 2002

Modificado por:

Regulación de la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición

Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 13 de febrero de 2008

Modificado por:

Modificación de diversos reglamentos del área de medio ambiente para su adaptación a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley de libre acceso a actividades de servicios y su ejercicio

Real Decreto 367/2010, de 26 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 27 de marzo de 2010

Regulación de la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición

Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 13 de febrero de 2008

Plan nacional integrado de residuos para el período 2008-2015

Resolución de 20 de enero de 2009, de la Secretaría de Estado de Cambio Climático.

B.O.E.: 26 de febrero de 2009

Ley de residuos y suelos contaminados

Ley 22/2011, de 28 de julio, de la Jefatura del Estado.

B.O.E.: 29 de julio de 2011

Decreto por el que se regula el régimen jurídico de la producción y gestión de residuos y el Registro General de Productores y Gestores de Residuos de Galicia

Decreto 174/2005, de 9 de junio, de la Consellería de Medio Ambiente de la Comunidad Autónoma de Galicia.

D.O.G.: 29 de junio de 2005

Desarrollado por:

Orden por la que se desarrolla el Decreto 174/2005, de 9 de junio, por el que se regula el régimen jurídico de la producción y gestión de residuos y el Registro General de Productores y Gestores de Residuos de Galicia

Orden de 15 de junio de 2006, de la Consellería de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Comunidad Autónoma de Galicia.

D.O.G.: 26 de junio de 2006

GC GESTIÓN DE RESIDUOS | TRATAMIENTOS PREVIOS DE LOS RESIDUOS**Operaciones de valorización y eliminación de residuos y Lista europea de residuos**

Orden MAM 304/2002, de 8 de febrero, del Ministerio de Medio Ambiente.

B.O.E.: 19 de febrero de 2002

Corrección de errores:

Corrección de errores de la Orden MAM 304/2002, de 8 de febrero

B.O.E.: 12 de marzo de 2002

IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN GENERADOS EN LA OBRA, CODIFICACOS SEGÚN LA ORDEN MAM/304/2002.

Todos los posibles residuos generados en la obra de demolición se han codificado atendiendo a la Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos, según la Lista Europea de Residuos (LER) aprobada por la Decisión 2005/532/CE, dando lugar a los siguientes grupos:

RCD de Nivel I: Tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de obras de excavación

El Real Decreto 105/2008 (artículo 3.1.a), considera como excepción de ser consideradas como residuos:

Las tierras y piedras no contaminadas por sustancias peligrosas, reutilizadas en la misma obra, en una obra distinta o en una actividad de restauración, acondicionamiento o relleno, siempre y cuando pueda acreditarse de forma fehaciente su destino a reutilización.

RCD de Nivel II: Residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción, de la demolición, de la reparación domiciliaria y de la implantación de servicios.

Se ha establecido una clasificación de RCD generados, según los tipos de materiales de los que están compuestos:

Material según Orden Ministerial MAM/304/2002
RCD de Nivel I
1 Tierras y pétreos de la excavación
RCD de Nivel II
RCD de naturaleza no pétreo
1 Asfalto
2 Madera
3 Metales (incluidas sus aleaciones)
4 Papel y cartón

5 Plástico
6 Vidrio
7 Yeso
8 Basuras
RCD de naturaleza pétreo
1 Arena, grava y otros áridos
2 Hormigón
3 Ladrillos, tejas y materiales cerámicos
4 Piedra
RCD potencialmente peligrosos
1 Otros

ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN QUE SE GENERAN EN LA OBRA

Se ha estimado la cantidad de residuos generados en la obra, a partir de las mediciones del proyecto, en función del peso de materiales integrantes en los rendimientos de los correspondientes precios descompuestos de cada unidad de obra, determinando el peso de los restos de los materiales sobrantes (mermas, roturas, despuntes, etc) y el del embalaje de los productos suministrados.

El volumen de excavación de las tierras y de los materiales pétreos no utilizados en la obra, se ha calculado en función de las dimensiones del proyecto, afectado por un coeficiente de esponjamiento según la clase de terreno.

A partir del peso del residuo, se ha estimado su volumen mediante una densidad aparente definida por el cociente entre el peso del residuo y el volumen que ocupa una vez depositado en el contenedor.

Los resultados se resumen en la siguiente tabla:

Material según Orden Ministerial MAM/304/2002	Código LER	Densidad aparente (t/m ³)	Peso (t)	Volumen (m ³)
RCD de Nivel II				
RCD de naturaleza no pétreo				
1 Asfalto				
Mezclas bituminosas distintas de las especificadas en el código 17 03 01.	17 03 02	1,00	0,001	0,001
2 Madera				
Madera.	17 02 01	1,10	0,160	0,145
3 Metales (incluidas sus aleaciones)				
Envases metálicos.	15 01 04	0,60	0,001	0,002
Cobre, bronce, latón.	17 04 01	1,50	0,002	0,001
Aluminio.	17 04 02	1,50	0,000	0,000

Material según Orden Ministerial MAM/304/2002	Código LER	Densidad aparente (t/m ³)	Peso (t)	Volumen (m ³)
Hierro y acero.	17 04 05	2,10	0,003	0,001
Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10.	17 04 11	1,50	0,001	0,001
4 Papel y cartón				
Envases de papel y cartón.	15 01 01	0,75	0,404	0,539
5 Plástico				
Plástico.	17 02 03	0,60	0,046	0,077
6 Yeso				
Materiales de construcción a partir de yeso distintos de los especificados en el código 17 08 01.	17 08 02	1,00	0,064	0,064
7 Basuras				
Materiales de aislamiento distintos de los especificados en los códigos 17 06 01 y 17 06 03.	17 06 04	0,60	0,000	0,000
RCD de naturaleza pétreo				
1 Arena, grava y otros áridos				
Residuos de arena y arcillas.	01 04 09	1,60	0,693	0,433
2 Hormigón				
Hormigón (hormigones, morteros y prefabricados).	17 01 01	1,50	0,128	0,085
3 Ladrillos, tejas y materiales cerámicos				
Ladrillos.	17 01 02	1,25	0,467	0,374
Tejas y materiales cerámicos.	17 01 03	1,25	0,012	0,010
4 Piedra				
Residuos del corte y serrado de piedra distintos de los mencionados en el código 01 04 07.	01 04 13	1,50	0,042	0,028

En la siguiente tabla, se exponen los valores del peso y el volumen de RCD, agrupados por niveles y apartados

Material según Orden Ministerial MAM/304/2002	Peso (t)	Volumen (m ³)
RCD de Nivel II		
RCD de naturaleza no pétreo		
1 Asfalto	0,001	0,001
2 Madera	0,160	0,145
3 Metales (incluidas sus aleaciones)	0,007	0,005
4 Papel y cartón	0,404	0,539
5 Plástico	0,046	0,077

Material según Orden Ministerial MAM/304/2002	Peso (t)	Volumen (m³)
6 Vidrio	0,000	0,000
7 Yeso	0,064	0,064
8 Basuras	0,000	0,000
RCD de naturaleza pétreo		
1 Arena, grava y otros áridos	0,693	0,433
2 Hormigón	0,128	0,085
3 Ladrillos, tejas y materiales cerámicos	0,479	0,383
4 Piedra	0,042	0,028

MEDIDAS PARA LA PLANIFICACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS RESULTANTES DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN DE LA OBRA OBJETO DEL PROYECTO

En la fase de proyecto se han tenido en cuenta las distintas alternativas compositivas, constructivas y de diseño, optando por aquellas que generan el menor volumen de residuos en la fase de construcción y de explotación, facilitando, además, el desmantelamiento de la obra al final de su vida útil con el menor impacto ambiental.

Con el fin de generar menos residuos en la fase de ejecución, el constructor asumirá la responsabilidad de organizar y planificar la obra, en cuanto al tipo de suministro, acopio de materiales y proceso de ejecución.

Como criterio general, se adoptarán las siguientes medidas para la planificación y optimización de la gestión de los residuos generados durante la ejecución de la obra:

- La excavación se ajustará a las dimensiones específicas del proyecto, atendiendo a las cotas de los planos de cimentación, hasta la profundidad indicada en el mismo que coincidirá con el Estudio Geotécnico correspondiente con el visto bueno de la Dirección Facultativa. En el caso de que existan lodos de drenaje, se acotará la extensión de las bolsas de los mismos.
- Se evitará en lo posible la producción de residuos de naturaleza pétreo (bolos, grava, arena, etc.), pactando con el proveedor la devolución del material que no se utilice en la obra.
- El hormigón suministrado será preferentemente de central. En caso de que existan sobrantes se utilizarán en las partes de la obra que se prevea para estos casos, como hormigones de limpieza, base de solados, rellenos, etc.
- Las piezas que contengan mezclas bituminosas, se suministrarán justas en dimensión y extensión, con el fin de evitar los sobrantes innecesarios. Antes de su colocación se planificará la ejecución para proceder a la apertura de las piezas mínimas, de modo que queden dentro de los envases los sobrantes no ejecutados.

- Todos los elementos de madera se replantearán junto con el oficial de carpintería, con el fin de optimizar la solución, minimizar su consumo y generar el menor volumen de residuos.
- El suministro de los elementos metálicos y sus aleaciones, se realizará con las cantidades mínimas y estrictamente necesarias para la ejecución de la fase de la obra correspondiente, evitándose cualquier trabajo dentro de la obra, a excepción del montaje de los correspondientes kits prefabricados.
- Se solicitará de forma expresa a los proveedores que el suministro en obra se realice con la menor cantidad de embalaje posible, renunciando a los aspectos publicitarios, decorativos y superfluos.

En el caso de que se adopten otras medidas alternativas o complementarias para la planificación y optimización de la gestión de los residuos de la obra, se le comunicará de forma fehaciente al Director de Obra y al Director de la Ejecución de la Obra para su conocimiento y aprobación. Estas medidas no supondrán menoscabo alguno de la calidad de la obra, ni interferirán en el proceso de ejecución de la misma.

OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN A QUE SE DESTINARÁN LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN QUE SE GENEREN EN LA OBRA

El desarrollo de las actividades de valorización de residuos de construcción y demolición requerirá autorización previa del órgano competente en materia medioambiental de la Comunidad Autónoma correspondiente, en los términos establecidos por la legislación vigente en materia de residuos.

La autorización podrá ser otorgada para una o varias de las operaciones que se vayan a realizar, y sin perjuicio de las autorizaciones o licencias exigidas por cualquier otra normativa aplicable a la actividad. Se otorgará por un plazo de tiempo determinado, y podrá ser renovada por periodos sucesivos.

La autorización sólo se concederá previa inspección de las instalaciones en las que vaya a desarrollarse la actividad y comprobación de la cualificación de los técnicos responsables de su dirección y de que está prevista la adecuada formación profesional del personal encargado de su explotación.

Los áridos reciclados obtenidos como producto de una operación de valorización de residuos de construcción y demolición deberán cumplir los requisitos técnicos y legales para el uso a que se destinen.

Cuando se prevea la operación de reutilización en otra construcción de los sobrantes de las tierras procedentes de la excavación, de los residuos minerales o pétreos, de los materiales cerámicos o de los materiales no pétreos y metálicos, el proceso se realizará preferentemente en el depósito municipal.

En relación al destino previsto para los residuos no reutilizables ni valorables "in situ", se expresan las características, su cantidad, el tipo de tratamiento y su destino, en la tabla siguiente:

Material según Orden Ministerial MAM/304/2002	Código LER	Tratamiento	Destino	Peso (t)	Volumen (m³)
RCD de Nivel II					
RCD de naturaleza no pétreo					
1 Asfalto					
Mezclas bituminosas distintas de las especificadas en el código 17 03 01.	17 03 02	Reciclado	Planta reciclaje RCD	0,001	0,001
2 Madera					
Madera.	17 02 01	Reciclado	Gestor autorizado RNPs	0,160	0,145
3 Metales (incluidas sus aleaciones)					
Envases metálicos.	15 01 04	Depósito / Tratamiento	Gestor autorizado RNPs	0,001	0,002
Cobre, bronce, latón.	17 04 01	Reciclado	Gestor autorizado RNPs	0,002	0,001
Aluminio.	17 04 02	Reciclado	Gestor autorizado RNPs	0,000	0,000
Hierro y acero.	17 04 05	Reciclado	Gestor autorizado RNPs	0,003	0,001
Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10.	17 04 11	Reciclado	Gestor autorizado RNPs	0,001	0,001
4 Papel y cartón					
Envases de papel y cartón.	15 01 01	Reciclado	Gestor autorizado RNPs	0,404	0,539
5 Plástico					
Plástico.	17 02 03	Reciclado	Gestor autorizado RNPs	0,046	0,077
6 Yeso					
Materiales de construcción a partir de yeso distintos de los especificados en el código 17 08 01.	17 08 02	Reciclado	Gestor autorizado RNPs	0,064	0,064
7 Basuras					
Materiales de aislamiento distintos de los especificados en los códigos 17 06 01 y 17 06 03.	17 06 04	Reciclado	Gestor autorizado RNPs	0,000	0,000
RCD de naturaleza pétreo					

Material según Orden Ministerial MAM/304/2002	Código LER	Tratamiento	Destino	Peso (t)	Volumen (m³)
1 Arena, grava y otros áridos					
Residuos de arena y arcillas.	01 04 09	Reciclado	Planta reciclaje RCD	0,693	0,433
2 Hormigón					
Hormigón (hormigones, morteros y prefabricados).	17 01 01	Reciclado / Vertedero	Planta reciclaje RCD	0,128	0,085
3 Ladrillos, tejas y materiales cerámicos					
Ladrillos.	17 01 02	Reciclado	Planta reciclaje RCD	0,467	0,374
Tejas y materiales cerámicos.	17 01 03	Reciclado	Planta reciclaje RCD	0,012	0,010
4 Piedra					
Residuos del corte y serrado de piedra distintos de los mencionados en el código 01 04 07.	01 04 13	Sin tratamiento específico	Restauración / Vertedero	0,042	0,028
Notas: <i>RCD: Residuos de construcción y demolición</i> <i>RSU: Residuos sólidos urbanos</i> <i>RNPs: Residuos no peligrosos</i> <i>RP: Residuos peligrosos</i>					

MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN OBRA

Los residuos de construcción y demolición se separarán en las siguientes fracciones cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

- Hormigón: 80 t.
- Ladrillos, tejas y materiales cerámicos: 40 t.
- Metales (incluidas sus aleaciones): 2 t.
- Madera: 1 t.
- Vidrio: 1 t.
- Plástico: 0,5 t.
- Papel y cartón: 0,5 t.

En la tabla siguiente se indica el peso total expresado en toneladas, de los distintos tipos de residuos generados en la obra objeto del presente estudio, y la obligatoriedad o no de su separación in situ.

TIPO DE RESIDUO	TOTAL RESIDUO OBRA (t)	UMBRAL SEGÚN NORMA (t)	SEPARACIÓN "IN SITU"
Hormigón	0,128	80,00	NO OBLIGATORIA
Ladrillos, tejas y materiales cerámicos	0,479	40,00	NO OBLIGATORIA
Metales (incluidas sus aleaciones)	0,007	2,00	NO OBLIGATORIA
Madera	0,160	1,00	NO OBLIGATORIA
Vidrio	0,000	1,00	NO OBLIGATORIA
Plástico	0,046	0,50	NO OBLIGATORIA
Papel y cartón	0,404	0,50	NO OBLIGATORIA

La separación en fracciones se llevará a cabo preferentemente por el poseedor de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.

Si por falta de espacio físico en la obra no resulta técnicamente viable efectuar dicha separación en origen, el poseedor podrá encomendar la separación de fracciones a un gestor de residuos en una instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra. En este último caso, el poseedor deberá obtener del gestor de la instalación documentación acreditativa de que éste ha cumplido, en su nombre, la obligación recogida en el artículo 5. "Obligaciones del poseedor de residuos de construcción y demolición" del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero.

El órgano competente en materia medioambiental de la comunidad autónoma donde se ubica la obra, de forma excepcional, y siempre que la separación de los residuos no haya sido especificada y presupuestada en el proyecto de obra, podrá eximir al poseedor de los residuos de construcción y demolición de la obligación de separación de alguna o de todas las anteriores fracciones.

PRESCRIPCIONES EN RELACIÓN CON EL ALMACENAMIENTO, MANEJO, SEPARACIÓN Y OTRAS OPERACIONES DE GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

El depósito temporal de los escombros se realizará en contenedores metálicos con la ubicación y condiciones establecidas en las ordenanzas municipales, o bien en sacos industriales con un volumen inferior a un metro cúbico, quedando debidamente señalizados y segregados del resto de residuos.

Aquellos residuos valorizables, como maderas, plásticos, chatarra, etc., se depositarán en contenedores debidamente señalizados y segregados del resto de residuos, con el fin de facilitar su gestión.

Los contenedores deberán estar pintados con colores vivos, que sean visibles durante la noche, y deben contar con una banda de material reflectante de, al menos, 15 centímetros a lo largo de todo su perímetro, figurando de forma clara y legible la siguiente información:

- Razón social.
- Código de Identificación Fiscal (C.I.F.).
- Número de teléfono del titular del contenedor/envase.
- Número de inscripción en el Registro de Transportistas de Residuos del titular del contenedor.

Dicha información deberá quedar también reflejada a través de adhesivos o placas, en los envases industriales u otros elementos de contención.

El responsable de la obra a la que presta servicio el contenedor adoptará las medidas pertinentes para evitar que se depositen residuos ajenos a la misma. Los contenedores permanecerán cerrados o cubiertos fuera del horario de trabajo, con el fin de evitar el depósito de restos ajenos a la obra y el derramamiento de los residuos.

En el equipo de obra se deberán establecer los medios humanos, técnicos y procedimientos de separación que se dedicarán a cada tipo de RCD.

Se deberán cumplir las prescripciones establecidas en las ordenanzas municipales, los requisitos y condiciones de la licencia de obra, especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición, debiendo el constructor o el jefe de obra realizar una evaluación económica de las condiciones en las que es viable esta operación, considerando las posibilidades reales de llevarla a cabo, es decir, que la obra o construcción lo permita y que se disponga de plantas de reciclaje o gestores adecuados.

El constructor deberá efectuar un estricto control documental, de modo que los transportistas y gestores de RCD presenten los vales de cada retirada y entrega en destino final. En el caso de que los residuos se reutilicen en otras obras o proyectos de restauración, se deberá aportar evidencia documental del destino final.

Los restos derivados del lavado de las canaletas de las cubas de suministro de hormigón prefabricado serán considerados como residuos y gestionados como le corresponde (LER 17 01 01).

Se evitará la contaminación mediante productos tóxicos o peligrosos de los materiales plásticos, restos de madera, acopios o contenedores de escombros, con el fin de proceder a su adecuada segregación.

Las tierras superficiales que puedan destinarse a jardinería o a la recuperación de suelos degradados, serán cuidadosamente retiradas y almacenadas durante el menor tiempo posible, dispuestas en caballones de altura no superior a 2 metros, evitando la humedad excesiva, su manipulación y su contaminación.

Los residuos que contengan amianto cumplirán los preceptos dictados por el Real Decreto 108/1991, sobre la prevención y reducción de la contaminación del medio ambiente producida por el amianto (artículo 7.), así como la legislación laboral de aplicación. Para

determinar la condición de residuos peligrosos o no peligrosos, se seguirá el proceso indicado en la Orden MAM/304/2002, Anexo II. Lista de Residuos. Punto 6.

DETERMINACIÓN DEL IMPORTE DE LA FIANZA

Con el fin de garantizar la correcta gestión de los residuos de construcción y demolición generados en las obras, las Entidades Locales exigen el depósito de una fianza u otra garantía financiera equivalente, que responda de la correcta gestión de los residuos de construcción y demolición que se produzcan en la obra, en los términos previstos en la legislación autonómica y municipal.

En el presente estudio se ha considerado, a efectos de la determinación del importe de la fianza, los importe mínimo y máximo fijados por la Entidad Local correspondiente.

- Costes de gestión de RCD de Nivel I: 4.00 €/m³
- Costes de gestión de RCD de Nivel II: 10.00 €/m³
- Importe mínimo de la fianza: 40.00 € - como mínimo un 0.2 % del PEM.
- Importe máximo de la fianza: 60000.00 €

En el cuadro siguiente, se determina el importe de la fianza o garantía financiera equivalente prevista en la gestión de RCD.

Presupuesto de Ejecución Material de la Obra (PEM):				243.094,41€
A: ESTIMACIÓN DEL COSTE DE TRATAMIENTO DE RCD A EFECTOS DE LA DETERMINACIÓN DE LA FIANZA				
Tipología	Volumen (m ³)	Coste de gestión (€/m ³)	Importe (€)	% s/PEM
A.1. RCD de Nivel I				
Tierras y pétreos de la excavación	0,00	4,00		
Total Nivel I			0,00 ⁽¹⁾	0,00
A.2. RCD de Nivel II				
RCD de naturaleza pétreo	0,93	10,00		
RCD de naturaleza no pétreo	0,83	10,00		
RCD potencialmente peligrosos	0,00	10,00		
Total Nivel II			486,19 ⁽²⁾	0,20
Total			486,19	0,20
Notas: ⁽¹⁾ Entre 40,00€ y 60.000,00€.				
⁽²⁾ Como mínimo un 0.2 % del PEM.				
B: RESTO DE COSTES DE GESTIÓN				
Concepto			Importe (€)	% s/PEM
Costes administrativos, alquileres, portes, etc.			364,64	0,15
TOTAL:			850,83€	0,35

BIBLIOGRAFÍA

LIBROS

BOUBETA SANTOMÉ, Jose Manuel. 2008. *La rehabilitación actual: diagnóstico e intervención.* Madrid : Colegio de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Madrid, 2008. 978-84-86891-34-3.

BROTO, Carles. 2005-2006. *Enciclopedia Broto de Patologías de la Construcción.* Barcelona : Links International, 2005-2006. 84-96424-35-9.

CASINELLO PEREZ, FERNANDO. 1973. *Construcción. Carpintería.* Madrid : Rueda, 1973. 9788472070066.

COSCOLLANO RODRIGUEZ, José. 2000. *Tratamiento de las humedades en los edificios.* Madrid : Parainfo Thomson Learning, 2000. 84-283-2683-5.

DEL RIO ZULOAGA, JUAN MANUEL. 1991. *La construcción en las estructuras.* Madrid : s.n., 1991. 84-604-0450-1.

GRIMLEY, Chris. 2009. *Color, espacio y estilo.* Barcelona : Gustavo Gili, SL, 2009. 978-84-252-2308-2.

JACINI, Marinella. 2000. *Arquitectura de Interiores.* Barcelona : Editorial de Vecchi, 2000. 84-315-2378-6.

MASCHERONI, Guiseppe. 2000. *Consejos y proyectos del arquitecto para las buhardillas.* Barcelona : Editorial de Vecchi, 2000. 84-315-2377-8.

URBÁN BROTONS, Pascual. 2012. *Construcción de estructuras de madera.* Alicante : Editorial Club Universitario, 2012. 9788499486772.

VELUX. [En línea] <http://www.velux.es/productos/rwpc>.

WALTON, Denis. 2010. *Manual práctico de construcción.* Madrid : A. Madrid Vicente Ediciones, 2010. 84-89922-27-6.

PÁGINAS WEB

AYUNTAMIENTO DE CHANTADA. [En línea]
<http://www.concellodechantada.org/spa/principal.htm>.

CATASTRO. *Portal de la Dirección General del Catastro.* [En línea]
<http://www.catastro.meh.es/>.

CTE. *Código Técnico de la Edificación.* [En línea] <http://www.codigotecnico.org/>.

SITOUGA. *Sistema de Información de Ordenación del Territorio y Urbanismo de Galicia.* [En línea] <http://www.planeamentourbanistico.xunta.es/siotuga/>.

THERMOCHIP. [En línea] http://www.thermochip.com/dt_catalog/thermochip-aislamiento-continuo/.